

## Method and device for coding/decoding of digital signal with hierarchical segmentation, for use in particular for digital images and video sequences

No. Publication (Sec.) : FR2822331  
Date de publication : 2002-09-20  
Inventeur : AMONOU ISABELLE  
Déposant : CANON KK (JP)  
Numéro original : ☐ FR2822331  
No. d'enregistrement : FR20010003692 20010319  
No. de priorité : FR20010003692 20010319  
Classification IPC : H04N7/50; H03M7/30  
Classification EC : H04N7/26H30B, H04N7/26H30H, H04N7/26J2  
Brevets correspondants :

### Abrégé

The method for coding a set of data representative of physical quantities comprises the steps of decomposing (E1) the set of data onto a number (N) of resolution levels, and for each resolution level the segmentation (E2) of data of that level into at least two homogeneous regions, the initialization (E3) of parameter i indicating the current resolution level (N-i), where N is the total number of levels, the classification (E4) of the regions according to a priority criterion, and for each region deciding the coding of that region as a function of the classification and a predetermined coding criterion, the coding (E5) of mask (MSN-i) computed for the current resolution level, the coding (E6) of the regions of the current resolution as a function of the mask, a test (E7) if the parameter i is equal to N-1, that is if all levels have been treated, and incrementing (E8) the parameter i by unity if at least one level remains to be treated. The decomposition (E1) of the set of data is by a Discrete Wavelet Transform (DWT). The coding criterion consists of selecting K first classified regions, where K is a predetermined integer, or an integer determined as a function of the transmission rate of coded data. The classification (E4) of the regions is effected by describing a spiral from the centre of zone comprising the regions to be classified. The decision (E4) for coding a region consists in deciding if the region is coded or not. The result of the decision of coding a resolution level is a binary mask, and the binary mask of at least one lower resolution level is coded. The second embodiment of coding method comprises the additional steps of decoding the coded regions and the synthesis of decoded regions on a resolution level; the steps of segmentation, classification, decision, coding/decoding, and synthesis are effected on the data of a lower resolution level for the first iteration, and then on the result of the synthesis of preceding iteration, from the second iteration. A method for decoding the set of coded data comprises the steps of decoding a binary mask representative of the result of coding decision, the decoding of coded coefficients of the regions, and the synthesis of decoded coefficients on at least one resolution level. The second embodiment of decoding method comprises the additional steps of segmenting the synthesized data in at least two homogeneous regions, the classification of the regions according to the priority criterion, and the decision of coding for each region. A device for coding the set of data implements the coding method in the first embodiment, or in the second embodiment. A device for decoding the set of coded data implements the decoding method in the first embodiment, or in the second embodiment. The device for coding/decoding incorporates a microprocessor, a read-only memory (ROM) comprising a program for data processing, and a random-access memory (RAM) comprising registers for variables modified in the course of program execution. An apparatus for digital signal processing comprises means for implementing the method, or comprises the device.

Données fournies par la base d'esp@cenet - I2

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

(19) RÉPUBLIQUE FRANÇAISE  
INSTITUT NATIONAL  
DE LA PROPRIÉTÉ INDUSTRIELLE  
PARIS

(11) N° de publication :  
(à n'utiliser que pour les  
commandes de reproduction)

2 822 331

(21) N° d'enregistrement national :

01 03692

(51) Int Cl<sup>7</sup> : H 04 N 7/50, H 03 M 7/30

(12)

## DEMANDE DE BREVET D'INVENTION

A1

(22) Date de dépôt : 19.03.01.

(30) Priorité :

(43) Date de mise à la disposition du public de la  
demande : 20.09.02 Bulletin 02/38.

(56) Liste des documents cités dans le rapport de  
recherche préliminaire : *Se reporter à la fin du  
présent fascicule*

(60) Références à d'autres documents nationaux  
apparentés :

(71) Demandeur(s) : CANON KABUSHIKI KAISHA — JP.

(72) Inventeur(s) : AMONOU ISABELLE.

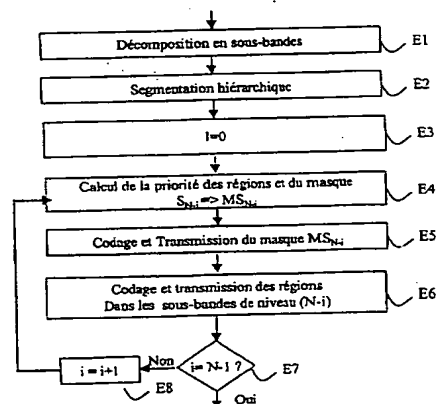
(73) Titulaire(s) :

(74) Mandataire(s) : RINUY SANTARELLI.

(54) CODAGE ET DECODAGE DE SIGNAL NUMERIQUE, AVEC SEGMENTATION HIERARCHIQUE.

(57) L'invention concerne un procédé de codage d'un ensemble de données représentatives de grandeurs physiques, caractérisé en ce qu'il comporte les étapes de:

- décomposition (E1) de l'ensemble de données sur une pluralité de niveaux de résolution,
- et, pour chaque niveau de résolution,
- segmentation (E2) des données du niveau de résolution considéré en au moins deux régions homogènes,
- classement (E4) des régions selon un critère de priorité,
- et, pour chaque région,
- décision (E4) de codage de la région, en fonction de son classement et d'un critère de codage prédéterminé.



FR 2 822 331 - A1



5

10 La présente invention concerne de manière générale le codage d'un signal numérique et propose à cette fin un dispositif et un procédé de codage d'un signal numérique qui comporte une décomposition en une pluralité de niveaux de résolution, et une segmentation.

15 L'invention concerne aussi un dispositif et un procédé de décodage correspondant.

La présente invention est applicable plus particulièrement au codage et au décodage d'un signal numérique. Dans la suite, on s'intéressera plus particulièrement à des images numériques ou des séquences vidéo. Une séquence vidéo est définie comme une succession d'images numériques.

20 La segmentation d'une image numérique permet de réaliser une partition de l'image en régions homogènes, connexes et ne se recouvrant pas. Dans ce contexte, l'image est considérée comme constituée d'objets à deux dimensions. La segmentation est un processus de bas niveau ayant pour but de réaliser une partition de l'image en un certain nombre de sous éléments  
25 appelés régions. La partition est telle que les régions sont disjointes et que leur réunion constitue l'image. Les régions correspondent ou ne correspondent pas à des objets de l'image, le terme d'objet référant à une information de nature sémantique. Bien souvent cependant, un objet correspond à une région ou un ensemble de régions. Chaque région peut être représentée par une information  
30 représentative de sa forme, sa couleur ou de sa texture. L'homogénéité de la région dépend bien sur d'un critère particulier d'homogénéité : proximité des valeurs moyennes, conservation du contraste, de la couleur, par exemple.

Par objet, on entend une entité de l'image correspondant à une unité sémantique, par exemple le visage d'une personne. Un objet peut être constitué d'une ou plusieurs régions contenues dans l'image. Par la suite nous utiliserons indifféremment le terme d'objet ou de région.

5 De façon classique, la segmentation de l'image numérique est réalisée sur un seul niveau de résolution, qui est la résolution de l'image elle-même. Classiquement, les méthodes de segmentation comportent une première étape dite de marquage, c'est-à-dire que l'on extrait de l'image l'intérieur des régions présentant une homogénéité locale. Ensuite, une étape  
10 de décision définit de manière précise les contours des zones contenant des données homogènes. A la fin de cette étape, chaque pixel de l'image est associé à un label identifiant la région à laquelle il appartient. L'ensemble de tous les labels de tous les pixels est appelé une carte de segmentation.

D'autre part, il existe plusieurs manières connues d'effectuer la  
15 décomposition d'un signal sur plusieurs niveaux de résolution ; on peut par exemple utiliser des pyramides Gaussiennes/Laplaciennes, ou décomposer le signal en sous bandes de fréquences à plusieurs niveaux de résolution.

Dans la suite, on s'intéressera à ce second cas, mais il est important de noter que la présente invention s'applique à toutes les décompositions  
20 multirésolution connues.

Dans le cas particulier d'une décomposition en sous bandes de fréquence, la décomposition consiste à créer, à partir du signal numérique, un jeu de sous bandes contenant chacune un spectre limité de fréquences. Les sous bandes peuvent être de différentes résolutions, la résolution d'une sous  
25 bande étant le nombre d'échantillons par unité de longueur utilisé pour représenter cette sous bande. Dans le cas d'un signal numérique d'image, une sous bande de fréquence de ce signal peut être considérée comme une image, c'est-à-dire un tableau bidimensionnel de valeurs numériques.

La décomposition d'un signal en sous bandes de fréquence permet  
30 de décorrélérer le signal de manière à éliminer la redondance existant dans l'image numérique préalablement à la compression proprement dite. Les sous bandes peuvent être alors compressées de manière plus efficace que le signal

d'origine. Par ailleurs, la sous bande basse d'une telle décomposition est une reproduction fidèle à une résolution plus faible, de l'image d'origine. Elle est donc particulièrement bien adaptée à une segmentation.

Une segmentation hiérarchique du signal permet d'accéder aux  
5 objets ou régions présents dans une image, à plusieurs niveaux de résolution, avec plusieurs niveaux de détail possibles. L'accès aux objets d'une image peut être utilisé à différentes fins :

- codage sélectif des objets de l'image, en accordant une plus grande qualité de codage aux objets « importants » de l'image,
- 10 - transmission progressive des données de l'image, avec transmission des objets les plus importants avant les autres,
- extraction d'un objet particulier de l'image, en vue de sa manipulation, de sa transmission, de son codage, de son stockage.

Les techniques connues pour coder un signal numérique, par  
15 exemple une image, qui permettent un codage sélectif par régions, à plusieurs niveaux de résolution, reposent généralement sur une optimisation débit-distorsion.

L'optimisation peut être indépendante sur les régions. Par exemple, selon la norme MPEG-4 (d'après l'anglais Motion Picture Expert Group), un  
20 débit total, fixe, est distribué entre les objets d'une trame vidéo. Le nombre de bits alloués à chaque objet est proportionnel notamment à son mouvement et à sa taille.

L'optimisation peut être globale, il faut alors disposer d'une information relative à l'importance de chaque objet.

25 Dans tous les cas, ces techniques sont complexes à mettre en œuvre.

La présente invention vise à fournir un procédé et un dispositif qui permettent le codage par régions de données numériques, à plusieurs niveaux de résolution, ce codage étant efficace tout en demeurant simple à mettre en  
30 œuvre.

A cette fin, l'invention concerne un procédé de codage d'un ensemble de données représentatives de grandeurs physiques, caractérisé en ce qu'il comporte les étapes de :

- 5 - décomposition de l'ensemble de données sur une pluralité de niveaux de résolution,
- et, pour chaque niveau de résolution,
- segmentation des données du niveau de résolution considéré en au moins deux régions homogènes,
- classement des régions selon un critère de priorité,
- 10 et, pour chaque région,
- décision de codage de la région, en fonction de son classement et d'un critère de codage prédéterminé.

L'invention concerne aussi un procédé de codage d'un ensemble de données représentatives de grandeurs physiques, caractérisé en ce qu'il comporte les étapes de :

- décomposition de l'ensemble de données sur une pluralité de niveaux de résolution,
- et, pour chaque niveau de résolution,
- 20 - segmentation des données du niveau de résolution considéré en au moins deux régions homogènes,
- classement des régions selon un critère de priorité,
- décision de codage de chaque région, en fonction de son classement et d'un critère de codage prédéterminé,
- 25 - codage des régions en fonction du résultat de la décision,
- décodage des régions codées,
- synthèse des régions décodées sur un niveau de résolution,
- les étapes de segmentation, classement, décision, codage décodage et synthèse étant réalisées sur les données du niveau de résolution la plus
- 30 faible pour la première itération puis sur le résultat de l'étape de synthèse de l'itération précédente, à partir de la seconde itération.

Ainsi, ces deux modes de réalisation de l'invention permettent de coder les données selon un codage par régions de données numériques, à plusieurs niveaux de résolution, ce codage étant efficace tout en demeurant simple à mettre en œuvre.

- 5            Selon une caractéristique préférée, le critère de codage consiste à sélectionner les K premières régions classées, où K est un entier prédéterminé.

Ce critère de codage est particulièrement simple et rapide à mettre en œuvre.

- En variante, l'entier K est déterminé en fonction du débit de  
10 transmission des données codées. Ainsi, le nombre de régions codées est adapté au débit de transmission.

Selon une caractéristique préférée, le classement des régions est effectué en décrivant une spirale à partir du centre de la zone comportant les régions à classer.

- 15            Ce classement est plus particulièrement adapté aux images de type « tête-épaules ».

Selon une caractéristique préférée, le classement des régions comporte l'élimination d'au moins une région.

- Cette région, qui est considérée comme l'arrière-plan, ne sera pas  
20 codée, ce qui économise les ressources de codage et de décodage ultérieur.

Selon une caractéristique préférée, la décision de codage d'une région consiste à décider si la région est à coder ou non.

- La décision de codage est binaire, et a pour résultat de ne coder que les régions jugées les plus importantes, les autres régions n'étant pas codées.  
25 Ainsi, les ressources de codage et de décodage ultérieur sont économisées.

Selon une caractéristique préférée, le résultat de la décision de codage d'un niveau de résolution est un masque binaire représentatif du résultat de la décision de codage des régions du niveau considéré.

- Le masque binaire est un moyen simple pour indiquer le résultat de  
30 la décision de codage.



Selon une caractéristique préférée, le masque binaire d'au moins le niveau de résolution la plus faible est codé. Le masque binaire fait ainsi partie des données codées.

- 5                Selon une caractéristique préférée, la décomposition de l'ensemble de données est une décomposition en ondelettes discrètes.

Ce type de décomposition est bien connu, particulièrement dans le domaine des images numériques.

- 10              L'invention concerne aussi un procédé de décodage d'un ensemble de données codées selon le procédé précédemment présenté, caractérisé en ce qu'il comporte les étapes de :

- décodage d'un masque binaire représentatif du résultat de la décision de codage des régions d'au moins un niveau de résolution, déterminé lors du codage,
- 15              - décodage des coefficients codés des régions d'au moins un niveau de résolution, en fonction du résultat de la décision de codage,
- synthèse des coefficients décodés sur au moins un niveau de résolution.

- 20              L'invention concerne encore un procédé de décodage d'un ensemble de données codées selon le procédé précédemment présenté, caractérisé en ce qu'il comporte les étapes de :

- décodage d'un masque binaire représentatif du résultat de la décision de codage des régions du niveau de résolution la plus faible,
- 25              déterminé lors du codage,
- décodage des coefficients codés des régions du niveau de résolution la plus faible,
- synthèse des données décodées sur un niveau de résolution,
- segmentation des données synthétisées en au moins deux régions
- 30              homogènes,
- classement des régions selon un critère de priorité,

- décision de décodage de chaque région, en fonction de son classement et du critère de codage prédéterminé,  
les étapes de synthèse, segmentation, classement et décision étant réitérées sur au moins un niveau de résolution.

5 Les deux modes de réalisation du procédé de décodage, correspondant respectivement aux deux modes de réalisation du procédé de codage, présentent des avantages analogues à ceux précédemment présentés.

Corrélativement, l'invention a trait à un dispositif de codage d'un ensemble de données représentatives de grandeurs physiques, caractérisé en  
10 ce qu'il comporte :

- des moyens de décomposition de l'ensemble de données sur une pluralité de niveaux de résolution,
- des moyens de segmentation des données de chaque niveau de résolution en au moins deux régions homogènes,
- 15 - des moyens de classement des régions de chaque niveau de résolution selon un critère de priorité,
- des moyens de décision de codage de chaque région, en fonction de son classement et d'un critère de codage prédéterminé.

20 L'invention concerne aussi un dispositif de codage d'un ensemble de données représentatives de grandeurs physiques, caractérisé en ce qu'il comporte :

- des moyens de décomposition de l'ensemble de données sur une pluralité de niveaux de résolution,
- 25 - des moyens de segmentation des données de chaque niveau de résolution en au moins deux régions homogènes,
- des moyens de classement des régions de chaque niveau de résolution selon un critère de priorité,
- des moyens de décision de codage de chaque région, en fonction  
30 de son classement et d'un critère de codage prédéterminé,
- des moyens de codage des régions en fonction du résultat de la décision,

- des moyens de décodage des régions codées,
- des moyens de synthèse des régions décodées sur un niveau de résolution,

5 les moyens de segmentation, classement, décision, codage décodage et synthèse étant adaptés à traiter les données du niveau de résolution la plus faible puis le résultat de la synthèse précédente, de manière itérative.

L'invention concerne aussi un dispositif de décodage d'un ensemble de données codées par le dispositif précédemment exposé, caractérisé en ce  
10 qu'il comporte :

- des moyens de décodage d'un masque binaire représentatif du résultat de la décision de codage des régions d'au moins un niveau de résolution, déterminé lors du codage,
- des moyens de décodage des coefficients codés des régions d'au  
15 moins un niveau de résolution, en fonction du résultat de la décision de codage,
- des moyens de synthèse des coefficients décodés sur au moins un niveau de résolution.

L'invention a aussi trait à un dispositif de décodage d'un ensemble  
20 de données codées par le dispositif précédemment exposé, caractérisé en ce qu'il comporte :

- des moyens de décodage d'un masque binaire représentatif du résultat de la décision de codage des régions du niveau de résolution la plus faible, déterminé lors du codage,
- 25 - des moyens de décodage des coefficients codés des régions du niveau de résolution la plus faible,
- des moyens de synthèse des données décodées sur un niveau de résolution,
- des moyens de segmentation des données synthétisées en au  
30 moins deux régions homogènes,
- des moyens de classement des régions selon un critère de priorité,

- des moyens de décision de décodage de chaque région, en fonction de son classement et du critère de codage prédéterminé, les moyens de synthèse, segmentation, classement et décision étant adaptés à réitérer leur fonctionnement sur au moins un niveau de résolution.

5

L'invention concerne aussi un appareil numérique incluant le dispositif de codage ou de décodage selon l'invention, ou des moyens de mise en œuvre du procédé de codage ou de décodage selon l'invention. Cet appareil numérique est par exemple un appareil photographique numérique, un  
10 caméscope numérique ou un scanner. Les avantages des dispositifs et de l'appareil numérique sont identiques à ceux précédemment exposés.

L'invention peut être mise en œuvre par un programme d'ordinateur.

Un moyen de stockage d'information, lisible par un ordinateur ou par un microprocesseur, intégré ou non au dispositif, éventuellement amovible,  
15 mémorise le programme mettant en œuvre le procédé selon l'invention.

Les caractéristiques et avantages de la présente invention apparaîtront plus clairement à la lecture d'un mode préféré de réalisation illustré par les dessins ci-joints, dans lesquels :

20 - la figure 1 est un mode de réalisation d'un dispositif de codage selon l'invention,

- la figure 2 est un mode de réalisation d'un dispositif de décodage selon l'invention,

25 - la figure 3 est un mode de réalisation d'un dispositif selon l'invention,

- la figure 4 est un premier mode de réalisation d'un procédé de codage selon l'invention,

- la figure 5 illustre une segmentation hiérarchique effectuée sur une image,

30 - la figure 6 est un second mode de réalisation d'un procédé de codage selon l'invention,

- la figure 7 est un mode de réalisation d'un procédé de construction d'un masque de codage,

- les figure 8a, 8b et 8c illustrent une image segmentée et deux exemples de masques de codage associés,

5           - la figure 9 est un premier mode de réalisation d'un procédé de décodage selon l'invention,

- la figure 10 est un second mode de réalisation d'un procédé de décodage selon l'invention,

10           - la figure 11 est un schéma bloc d'un dispositif de codage mettant en œuvre l'invention,

- la figure 12 est un circuit de décomposition en sous bandes de fréquence inclus dans le dispositif de la figure 11,

- la figure 13 est une image numérique à coder selon la présente invention,

15           - la figure 14 est une image décomposée en sous-bandes selon la présente invention,

- la figure 15 est un schéma bloc d'un dispositif de décodage mettant en œuvre l'invention.

20           Selon un mode de réalisation choisi et représenté à la **figure 1**, un dispositif de traitement de données selon l'invention est un dispositif 2 de codage de données qui comporte une entrée 12 à laquelle est reliée une source 1 de données non codées.

25           La source 1 comporte par exemple un moyen de mémoire, telle que mémoire vive, disque dur, disquette, disque compact, pour mémoriser des données non codées, ce moyen de mémoire étant associé à un moyen de lecture approprié pour y lire les données. Un moyen pour enregistrer les données dans le moyen de mémoire peut également être prévu.

30           On considérera plus particulièrement dans la suite que les données à coder sont une suite d'échantillons numériques représentant une image IM.

La source 1 fournit un signal numérique d'image SI à l'entrée du circuit de codage 2. Le signal d'image SI est une suite de mots numériques, par

exemple des octets. Chaque valeur d'octet représente un pixel de l'image IM, ici à 256 niveaux de gris, ou image noir et blanc. L'image peut être une image multispectrale, par exemple une image en couleur ayant des composantes dans trois bandes de fréquence, de type rouge-vert-bleu ou luminance et chrominances. Chaque bande est alors traitée de manière analogue à l'image monospectrale. En variante, pour une image en couleur, la segmentation hiérarchique calculée sur la luminance sera appliquée aux composantes de chrominance.

Des moyens 3 utilisateurs de données codées sont reliés en sortie 10 25 du dispositif de codage 2.

Les moyens utilisateurs 3 comportent par exemple des moyens de mémorisation de données codées, et/ou des moyens de transmission des données codées.

15 La **figure 2** représente un autre dispositif de traitement de données selon l'invention, sous la forme d'un dispositif 5 de décodage de données codées par le dispositif 2.

Des moyens 4 utilisateurs de données codées sont reliés en entrée 54 du dispositif de décodage 5. Les moyens 4 comportent par exemple des 20 moyens de mémoire de données codées, et/ou des moyens de réception des données codées qui sont adaptés à recevoir les données codées transmises par les moyens de transmission 3.

Des moyens 6 utilisateurs de données décodées sont reliés en sortie 55 du dispositif de décodage 5. Les moyens utilisateurs 6 sont par exemple des 25 moyens de visualisation d'images, ou des moyens de restitution de sons, en fonction de la nature des données traitées.

Le dispositif de décodage 5 effectue globalement des opérations inverses de celles du dispositif de codage 2.

Le dispositif de codage et le dispositif de décodage peuvent être 30 respectivement intégrés dans des appareils numériques TD1 et TD2, tel qu'un ordinateur, une imprimante, un télécopieur, un scanner ou un appareil photographique numérique, par exemple.

Le dispositif de codage et le dispositif de décodage peuvent être intégrés dans un même appareil numérique, par exemple un appareil photographique numérique.

Le fonctionnement des dispositifs de codage et de décodage sera  
5 exposé dans la suite.

En référence à la **figure 3**, est décrit un exemple de dispositif 10 mettant en œuvre l'invention. Ce dispositif est adapté à coder et/ou décoder un signal numérique selon l'invention.

Le dispositif est par exemple un micro-ordinateur 10 connecté à  
10 différents périphériques, par exemple une caméra numérique 107 (ou un scanner, ou tout moyen d'acquisition ou de stockage d'image) reliée à une carte graphique et fournissant des informations à traiter selon l'invention.

Le dispositif 10 comporte une interface de communication 112 reliée  
à un réseau 113 apte à transmettre des données numériques à traiter ou  
15 inversement à transmettre des données traitées par le dispositif. Le dispositif 10 comporte également un moyen de stockage 108 tel que par exemple un disque dur. Il comporte aussi un lecteur 109 de disque 110. Ce disque 110 peut être une disquette, un CD-ROM, ou un DVD-ROM, par exemple. Le disque 110 comme le disque 108 peuvent contenir des données traitées selon l'invention  
20 ainsi que le ou les programmes mettant en œuvre l'invention qui, une fois lu par le dispositif 10, sera stocké dans le disque dur 108. Selon une variante, le programme permettant au dispositif de mettre en œuvre l'invention, pourra être stocké en mémoire morte 102 (appelée ROM sur le dessin). En seconde variante, le programme pourra être reçu pour être stocké de façon identique à  
25 celle décrite précédemment par l'intermédiaire du réseau de communication 113.

Le dispositif 10 est relié à un microphone 111. Les données à traiter selon l'invention seront dans ce cas du signal audio.

Ce même dispositif possède un écran 104 permettant de visualiser  
30 les données à traiter ou de servir d'interface avec l'utilisateur qui peut ainsi paramétrer certains modes de traitement, à l'aide du clavier 114 ou de tout autre moyen (souris par exemple).

L'unité centrale 100 (appelée CPU sur le dessin) exécute les instructions relatives à la mise en œuvre de l'invention, instructions stockées dans la mémoire morte 102 ou dans les autres éléments de stockage. Lors de la mise sous tension, les programmes de traitement stockés dans une mémoire  
5 non volatile, par exemple la ROM 102, sont transférés dans la mémoire vive RAM 103 qui contiendra alors le code exécutable de l'invention ainsi que des registres pour mémoriser les variables nécessaires à la mise en œuvre de l'invention.

De manière plus générale, un moyen de stockage d'information,  
10 lisible par un ordinateur ou par un microprocesseur, intégré ou non au dispositif, éventuellement amovible, mémorise un programme mettant en œuvre le procédé selon l'invention.

Le bus de communication 101 permet la communication entre les différents éléments inclus dans le micro-ordinateur 10 ou reliés à lui. La  
15 représentation du bus 101 n'est pas limitative et notamment l'unité centrale 100 est susceptible de communiquer des instructions à tout élément du micro-ordinateur 10 directement ou par l'intermédiaire d'un autre élément du micro-ordinateur 10.

20 Un premier mode de réalisation de codage d'un signal numérique selon l'invention est maintenant détaillé en référence à la **figure 4**, sous la forme d'un algorithme comportant des étapes E1 à E8 qui sont parcourues par l'unité centrale du dispositif 10 précédemment décrit. Le procédé comporte globalement la décomposition de l'image sur une pluralité de niveaux de  
25 résolution, puis, pour chaque niveau de résolution, la segmentation des données du niveau de résolution considéré en au moins deux régions homogènes, le classement des régions selon un critère de priorité, et, pour chaque région, la décision de codage de la région, en fonction de son classement et d'un critère de codage prédéterminé.

30

L'étape E1 est une décomposition de l'image IM à coder sur au moins deux niveaux de résolution. Le signal est décomposé en sous-bandes de



fréquence à plusieurs niveaux de résolution par une transformation en ondelettes discrètes dite DWT (d'après l'anglais Discrete Wavelet Transform). D'autres types de décomposition peuvent être utilisés, par exemple des pyramides Gaussiennes/Laplaciennes. Dans la suite, on considère plus  
5 particulièrement le cas de la transformation en ondelettes discrètes à N niveaux de résolution.

L'étape suivante E2 est une segmentation hiérarchique des données obtenues à l'étape précédente. Un exemple de segmentation hiérarchique est décrit dans la demande de brevet français n° 99 15293 déposée par la  
10 demanderesse.

La segmentation hiérarchique comporte tout d'abord une segmentation initiale effectuée sur la sous-bande basse issue de la décomposition ondelettes. La segmentation initiale est par exemple une segmentation pour les images fixes du type de celle proposée dans l'article de  
15 Philippe Salembier intitulé "Morphological multiscale segmentation for image coding" paru dans le magazine "Signal Processing" numéro 38 de septembre 1994, pages 359-386.

Pour les niveaux de résolution supérieure, la segmentation disponible à un niveau de résolution donnée (N-i), où i est un entier compris  
20 entre zéro et (N-1) est utilisée pour assister la segmentation du niveau de résolution supérieure (N-i-1) ; cette méthode, dont l'algorithme est résumé ci-dessous, comporte trois étapes principales :

- Projection de la segmentation de niveau inférieur. La segmentation étant disponible au niveau de résolution (N-i), on la projette au niveau de  
25 résolution supérieure par élargissement (zoom d'un facteur 2 dans chaque dimension) et interpolation des points manquants.

- Définition d'une zone d'incertitude. L'opération de sous-échantillonnage subie par la sous-bande basse de la décomposition en ondelettes entraîne une indécision sur la position des contours. Pour  
30 repositionner correctement les contours d'un niveau à l'autre, il faut définir une zone d'incertitude (zone dans laquelle se trouvent les contours recherchés). La zone d'incertitude est définie de la manière suivante : elle inclut tous les pixels

qui ont au moins un voisin appartenant à une région différente. La zone d'incertitude correspond à des contours élargis de la segmentation initiale.

- Segmentation du niveau courant. La sous-bande basse de niveau courant est segmentée en prenant en compte la zone d'incertitude définie ci-dessus. La segmentation est effectuée uniquement à l'intérieur des régions délimitées par les zones d'incertitude. Les zones d'incertitudes servent de « murs » à la nouvelle segmentation. Ainsi, à la résolution (N-i), de nouveaux objets peuvent apparaître à l'intérieur d'un objet de résolution (N-i-1), mais un nouvel objet ne peut apparaître en chevauchant deux régions définies au niveau (N-i-1) ; en d'autres termes, on s'assure ici de la cohérence (ou continuité) de la segmentation.

La **figure 5** illustre une segmentation hiérarchique cohérente sur trois niveaux de résolution.

Lorsque la résolution croît, du niveau (N-i) au niveau (N-i-1), puis du niveau (N-i-1) au niveau (N-i-2), le nombre d'objets croît également ou éventuellement reste constant. Les contours sont conservés d'un niveau sur l'autre.

Au cours de l'étape suivante E3, un paramètre  $i$  est initialisé à la valeur 0. Le paramètre  $i$  indique le niveau de résolution courant N-i, où N correspond au nombre total de niveaux de décomposition, ici trois. Cet indicateur sera par la suite remis à jour à chaque itération.

L'étape suivante E4 est un classement des régions du niveau de résolution courant. Le classement est effectué en fonction de l'importance de chaque région. Un masque de codage  $MS_{N-i}$  est déterminé en fonction du classement et d'un critère de codage. Le critère de codage permet de déterminer pour chaque région si elle sera codée ou non. Le critère consiste à coder les K premières régions. Le nombre K peut être prédéterminé, ou en variante modifiable en fonction du débit de transmission des données codées. Dans la suite, un même nombre K est utilisé pour tous les niveaux de

résolution. Il est cependant possible de déterminer un nombre  $K$  spécifique pour chaque niveau de résolution.

Le masque de codage est un ensemble de valeurs binaires correspondant au support de l'image à la résolution considérée ; une valeur à 1 indique (par exemple) que tous les coefficients correspondant à cette position spatiale doivent être codés, une valeur à 0 indique que les coefficients ne seront pas codés.

L'étape E4 sera détaillée dans la suite.

L'étape suivante E5 est le codage du masque de codage  $MS_{N-i}$  calculé pour la résolution courante ( $N-i$ ). L'étape E5 comporte également la transmission du masque de codage codé  $MSC_{N-i}$ . Le codage du masque est réalisé par tout mode de codage approprié aux images binaires, par exemple par un codage de type JBIG (d'après l'anglais Joint Bilevel Image expert Group) qui est une norme conçue pour coder des images à deux niveaux.

15

L'étape suivante E6 est le codage des régions de résolution courante en fonction du masque. Les  $K$  régions les plus importantes sont codées. Le mode de codage est choisi en fonction de la décomposition multirésolution (étape E1). Pour une décomposition en ondelettes discrètes, un mode de codage approprié pour coder des coefficients ondelettes sur un support de taille et de forme arbitraires est choisi. Par exemple, une quantification scalaire uniforme est alors utilisée.

20

L'étape E6 comporte également la transmission des coefficients codés des  $K$  régions.

25

L'étape suivante E7 est un test pour déterminer si tous les niveaux de la décomposition ont été traités, c'est-à-dire si le paramètre  $i$  est égal à  $N-1$ . Si la réponse est négative, il reste encore au moins un niveau à traiter, et dans ce cas l'étape E7 est suivie de l'étape E8, qui incrémente le paramètre  $i$  de une unité. L'étape E8 est suivie de l'étape E4 précédemment décrite.

30

Si la réponse est positive à l'étape E7, alors le codage est terminé.

Un second mode de réalisation de codage selon l'invention est maintenant détaillé en référence à la **figure 6** sous la forme d'un algorithme comportant des étapes E20 à E30.

Par rapport au premier mode de réalisation, seul le masque de  
5 codage du niveau de résolution la plus faible  $N$  est transmis au décodeur. Les masques de codage pour les autres niveaux de résolution ne sont pas transmis au décodeur, qui devra par conséquent les recalculer, pour chaque niveau de résolution. Pour que le codage et le décodage soient effectués sur des données identiques, les données sont codées puis décodées au cours du codage.

10 L'étape E20 est une décomposition multirésolution de l'image IM. Cette étape est analogue à l'étape E1 précédemment décrite.

Au cours de l'étape suivante E21, un paramètre  $i$  est initialisé à la valeur 0. Le paramètre  $i$  indique le niveau de résolution courant  $N-i$ , où  $N$  correspond au nombre total de niveaux de décomposition, ici trois. Cet  
15 indicateur sera par la suite remis à jour à chaque itération.

L'étape suivante E22 est la segmentation des données du niveau de résolution courant.

Dans l'exemple choisi où la décomposition multirésolution est une décomposition en sous-bandes de fréquence, la segmentation est effectuée sur  
20 la sous-bande de basse fréquence  $LLS_{N-i}$ .

L'étape suivante E23 est un classement des régions du niveau de résolution courant et la détermination du masque de codage  $MS_{N-i}$ . Cette étape est analogue à l'étape E4 précédemment décrite.

L'étape suivante E24 est le codage des régions du niveau de  
25 résolution courant, en fonction du masque et du critère de codage. Cette étape est analogue à l'étape E6 précédemment décrite.

A l'étape suivante E25, les données codées sont d'une part mémorisées et d'autre part transmises vers le décodeur.

L'étape suivante E26 est le décodage des données précédemment  
30 codées.

Les données décodées sont ensuite synthétisées sur un niveau de résolution à l'étape E27. Le résultat est une sous bande basse  $LLS_{N-i+1}$  de

niveau de résolution immédiatement supérieure au niveau courant. C'est cette sous bande qui est utilisée au cours d'une itération suivante, tant que tous les niveaux de résolution n'ont pas été parcourus.

L'étape suivante E28 est un test pour déterminer si tous les niveaux de la décomposition ont été traités, c'est-à-dire si le paramètre  $i$  est égal à  $N-1$ . Si la réponse est négative, il reste encore au moins un niveau à traiter, et dans ce cas l'étape E28 est suivie de l'étape E29, qui incrémente le paramètre  $i$  de une unité. L'étape E28 est suivie de l'étape E22 précédemment décrite.

Si la réponse est positive à l'étape E28, alors cette étape est suivie de l'étape E30 à laquelle le masque de codage de niveau de résolution la plus faible  $N$  est codé puis transmis vers le décodeur. Comme pour le précédent mode de réalisation, le mode de codage utilisé est par exemple de type JBIG.

L'étape E4 ou E23 de classement des régions d'un niveau de résolution  $(N-i)$  et de construction du masque de codage  $MS_{N-i}$  est maintenant détaillée en référence à la **figure 7**, sous la forme d'un algorithme comportant des étapes E40 à E46.

L'étape E40 est le classement des régions du niveau de résolution considéré.

Cette étape comporte tout d'abord la détermination du fond, ou arrière-plan de la scène. Par exemple, pour une image de type « tête-épaules », la région la plus grande en nombre de pixels est considérée comme le fond, les autres régions sont assimilées à l'avant-plan. Le fond est ensuite éliminé du traitement, seul l'avant-plan est considéré dans la suite.

Pour classer les régions, on décrit par exemple une spirale à partir du centre de la sous bande. Les régions sont classées par ordre décroissant d'importance au fur et à mesure que l'on s'éloigne du centre de l'image. En variante, il est possible que l'utilisateur effectue un classement manuel des régions.

L'étape suivante E41 est une initialisation à laquelle un paramètre  $j$  est mis à la valeur un, pour considérer la région classée en premier. Le

paramètre  $j$  représente l'ordre de la région courante dans les régions précédemment classées.

L'étape suivante E42 est un test pour déterminer si le paramètre  $j$  est inférieur ou égal à un entier  $K$  prédéterminé.

- 5            Si la réponse est positive, alors l'étape E42 est suivie de l'étape E43 à laquelle les coefficients du masque correspondant à la région courante sont tous mis à la valeur un.

Si la réponse est négative à l'étape E42, alors cette étape est suivie de l'étape E44 à laquelle les coefficients du masque correspondant à la région  
10 courante sont tous mis à la valeur zéro.

Ainsi, les  $K$  premières régions sont associées à des « uns » dans le masque de codage, et les régions suivantes sont associées à des « zéros ». De cette manière, le masque de codage indique quelles sont les  $K$  régions les plus importantes qui seront à coder, les autres régions n'étant pas codées.

- 15            L'étape E43 ou l'étape E44 est suivie de l'étape E45 qui est un test pour déterminer si toutes les régions du niveau de résolution courant ont été traitées.

Si la réponse est négative, alors l'étape E45 est suivie de l'étape E46  
20 à laquelle le paramètre  $j$  est incrémenté de une unité pour considérer une région suivante.

Si la réponse est positive à l'étape E45, alors le masque de codage est entièrement déterminé pour le niveau de résolution courant.

- Les figures 8a, 8b et 8c illustrent le fonctionnement de l'étape E4 de  
25 la figure 4.

A la figure 8a, une image est segmentée et comporte six régions qui sont : le fond à extraire, puis tête, corps, œil, œil et lune, selon l'ordre défini par la méthode de la spirale.

- 30            La figure 8b représente le masque de segmentation de l'image pour  $K = 2$ . Il y a donc deux régions (la tête et le corps) associées à la valeur « un » dans le masque de segmentation. La valeur « un » est représentée en grisé.

La figure 8c représente le masque de segmentation de l'image pour  $K = 4$ . Il y a donc quatre régions (la tête, le corps et chacun des deux yeux) associées à la valeur « un » dans le masque de segmentation. La valeur « un » est représentée en grisé.

5

Le premier mode de réalisation de décodage selon l'invention est maintenant détaillé en référence à la **figure 9**, sous la forme d'un algorithme comportant des étapes E100 à E107. Ce décodage correspond au codage décrit en référence à la figure 4.

10

L'étape E100 est une initialisation à laquelle le paramètre  $i$  est mis à la valeur zéro pour considérer le niveau  $N$  de résolution le plus élevé dans la décomposition.

L'étape suivante E101 est la réception et le décodage du masque de codage  $MS_{N-i}$  pour le niveau de résolution courant  $N-i$ .

15

L'étape suivante E102 est la réception et le décodage des données de codage des régions du niveau de résolution courant. Le décodage dépend du codage qui a été effectué à l'étape E6 (figure 4). Les régions à décoder sont celles qui ont été codées et sont indiquées par le masque de codage. Les autres régions sont remplies par une valeur arbitraire, par exemple zéro.

20

L'étape suivante E103 est la reconstitution des sous bandes du niveau de résolution courant, à partir des régions décodées.

L'étape suivante E104 est la synthèse des sous bandes formées à l'étape précédente, sur un niveau, de manière à former une sous bande basse au niveau de résolution immédiatement supérieure ( $N-i+1$ ).

25

L'étape suivante E105 est un test pour déterminer si tous les niveaux de la décomposition ont été traités, c'est-à-dire si le paramètre  $i$  est égal à  $N-1$ . L'étape E105 comporte également une possibilité d'interruption par une commande Stop de l'utilisateur. La commande Stop permet d'interrompre le traitement à un niveau de résolution intermédiaire.

30

Si la réponse est négative, il reste encore au moins un niveau à traiter, et dans ce cas l'étape E105 est suivie de l'étape E106, qui incrémente le

paramètre  $i$  de une unité. L'étape E106 est suivie de l'étape E101 précédemment décrite.

Si la réponse est positive à l'étape E105, alors cette étape est suivie de l'étape E107 à laquelle les sous bandes du niveau de résolution courant  $N-1$   
5 sont synthétisées sur un niveau pour fournir une image  $IM'$ .

Un second mode de réalisation de décodage selon l'invention est représenté à la **figure 10** sous la forme d'un algorithme comportant des étapes E200 à E211.

10 Ce mode de réalisation correspond au seconde mode de réalisation de codage (figure 6). Le masque de codage n'est transmis que pour le niveau de résolution la plus faible  $N$  et il est donc nécessaire de le calculer au cours du décodage pour les autres niveaux de résolution.

L'étape E200 est la réception et le décodage du masque de niveau  
15 de résolution la plus élevée  $N$ .

L'étape suivante E201 est la réception et le décodage des données de codage des régions du niveau de résolution la plus faible  $N$ . Le décodage dépend du codage qui a été effectué à l'étape E6 (figure 4). Les régions à  
20 décoder sont celles qui ont été codées et sont indiquées par le masque de codage. Les autres régions sont remplies par une valeur arbitraire, par exemple zéro.

L'étape suivante E202 est la reconstitution des sous bandes du niveau de résolution  $N$ , à partir des régions décodées.

L'étape suivante E203 est une initialisation à laquelle le paramètre  $i$   
25 est mis à la valeur un. On considère dans la suite le niveau de résolution courant  $(N-i)$ .

L'étape suivante E204 est la synthèse sur un niveau de résolution des sous bande de niveau de résolution  $(N-i+1)$ , de manière à former une sous bande basse reconstruite  $LLS_{N-i}$  de niveau de résolution  $(N-i)$ .

30 L'étape suivante E205 est la segmentation de la sous bande basse  $LLS_{N-i}$  précédemment reconstruite. Cette étape est identique à l'étape E22 précédemment décrite.



L'étape suivante E206 est le classement des régions formées à l'étape précédente et le calcul du masque  $MS_{N-i}$ . Cette étape est identique à l'étape E23 précédemment décrite.

5 L'étape suivante E207 est la réception et le décodage des données codées des régions du niveau de résolution courant. Le décodage correspond au codage effectué à l'étape E24.

L'étape suivante E208 est la reconstitution des sous bandes du niveau de résolution courant, à partir des régions décodées.

10 L'étape suivante E209 est un test pour déterminer si tous les niveaux de la décomposition ont été traités, c'est-à-dire si le paramètre  $i$  est égal à  $N-1$ . L'étape E209 comporte également une possibilité d'interruption par une commande Stop de l'utilisateur. La commande Stop permet d'interrompre le traitement à un niveau de résolution intermédiaire.

15 Si la réponse est négative, il reste encore au moins un niveau à traiter, et dans ce cas l'étape E209 est suivie de l'étape E210, qui incrémente le paramètre  $i$  de une unité. L'étape E210 est suivie de l'étape E204 précédemment décrite.

20 Si la réponse est positive à l'étape E209, alors cette étape est suivie de l'étape E211 à laquelle les sous bandes du niveau de résolution courant  $N-1$  sont synthétisées sur un niveau pour fournir une image  $IM'$ .

Conformément à la **figure 11**, le dispositif de codage selon l'invention, comporte :

- 25 - des moyens de décomposition de l'ensemble de données sur une pluralité de niveaux de résolution,
- des moyens de segmentation des données de chaque niveau de résolution en au moins deux régions homogènes,
- des moyens de classement des régions de chaque niveau de résolution selon un critère de priorité,
- 30 - des moyens de décision de codage de chaque région, en fonction de son classement et d'un critère de codage prédéterminé.

Un mode de réalisation de dispositif selon l'invention comporte une source de signal 30, ici de signal d'image IM qu'il soit une image fixe ou une séquence d'image. De manière générale, la source de signal soit contient le signal numérique, et comporte par exemple une mémoire, un disque dur ou un CD-ROM, soit convertit un signal analogique en signal numérique, et est par exemple un caméscope analogique associé à un convertisseur analogique-numérique. La source d'image 30 génère une suite d'échantillons numériques représentant une image IM. Le signal d'image IM est une suite de mots numériques, par exemple des octets. Chaque valeur d'octet représente un pixel de l'image IM, ici à 256 niveaux de gris ou en couleur.

Une sortie de la source de signal 30 est reliée à un circuit 60 de décomposition de l'image IM en sous bandes de fréquence comme il sera détaillé dans la suite en référence à la figure 12. Par exemple la décomposition sera réalisée sur trois niveaux de résolution fournissant ainsi des sous bandes LL<sub>3</sub>, HL<sub>3</sub>, LH<sub>3</sub> et HH<sub>3</sub> de plus faible résolution RES<sub>3</sub>, les sous bandes HL<sub>2</sub>, LH<sub>2</sub> et HH<sub>2</sub> de résolution intermédiaire RES<sub>2</sub>, et les sous bandes HL<sub>1</sub>, LH<sub>1</sub> et HH<sub>1</sub> de plus haute résolution RES<sub>1</sub>.

Le circuit 60 est relié à un circuit 61 de segmentation hiérarchique 61.

Le circuit 61 est relié à un circuit 62 de calcul de masque de codage qui est lui-même relié un circuit 63 de codage du masque de codage.

Les circuits 60 et 62 sont reliés à un circuit 64 de codage des coefficients qui code les coefficients des différents niveaux de résolution en fonction du masque de codage.

Les circuits 63 et 64 sont reliés à un circuit de transmission 68.

Il est à noter que le dispositif de codage précédemment décrit peut mettre en œuvre aussi bien le premier mode de réalisation du procédé de codage que le second.

Selon la figure 12, le circuit 60 comporte trois blocs successifs d'analyse pour décomposer l'image IM en des sous-bandes selon trois niveaux de résolution.

De manière générale, la résolution d'un signal est le nombre d'échantillons par unité de longueur utilisés pour représenter ce signal. Dans le cas d'un signal d'image, la résolution d'une sous-bande est liée au nombre d'échantillons par unité de longueur pour représenter cette sous-bande. La  
5 résolution dépend notamment du nombre de décimations effectuées.

Le premier bloc d'analyse reçoit le signal numérique d'image et l'applique à deux filtres numériques respectivement passe-bas et passe-haut 601 et 602 qui filtrent le signal d'image selon une première direction, par exemple horizontale dans le cas d'un signal d'image. Après passage par des  
10 décimateurs par deux 6100 et 6200, les signaux filtrés résultant sont respectivement appliqués à deux filtres passe-bas 603 et 605, et passe-haut 604 et 606, qui les filtrent selon une seconde direction, par exemple verticale dans le cas d'un signal d'image. Chaque signal filtré résultant passe par un  
15 décimateur par deux respectif 6300, 6400, 6500 et 6600. Le premier bloc délivre en sortie quatre sous-bandes LL1, LH1, HL1 et HH1 de résolution RES1 la plus élevée dans la décomposition.

La sous-bande LL1 comporte les composantes, ou coefficients, de basse fréquence, selon les deux directions, du signal d'image. La sous-bande LH1 comporte les composantes de basse fréquence selon une première  
20 direction et de haute fréquence selon une seconde direction, du signal d'image. La sous-bande HL1 comporte les composantes de haute fréquence selon la première direction et les composantes de basse fréquence selon la seconde direction. Enfin, la sous-bande HH1 comporte les composantes de haute fréquence selon les deux directions.

25 Chaque sous-bande est une image construite à partir de l'image d'origine, qui contient de l'information correspondant à une orientation respectivement verticale, horizontale et diagonale de l'image, dans une bande de fréquence donnée.

La sous-bande LL1 est analysée par un bloc d'analyse analogue au  
30 précédent pour fournir quatre sous-bandes LL2, LH2, HL2 et HH2 de niveau de résolution RES2 intermédiaire dans la décomposition. La sous-bande LL2 comporte les composantes de basse fréquence selon les deux directions

d'analyse, et est à son tour analysée par le troisième bloc d'analyse analogue aux deux précédents. Le troisième bloc d'analyse fournit des sous-bandes LL3, LH3, HL3 et HH3, de résolution RES3 la plus faible dans la décomposition, résultant du découpage en sous-bandes de la sous-bande LL2.

- 5           Chacune des sous-bandes de résolution RES2 et RES3 correspond également à une orientation dans l'image.

La décomposition effectuée par le circuit 60 est telle qu'une sous-bande d'une résolution donnée est découpée en quatre sous-bandes de résolution inférieure et a donc quatre fois plus de coefficients que chacune des  
10 sous-bandes de résolution inférieure.

Une image numérique IM en sortie de la source d'image 30 est représentée de manière schématique à la **figure 13**, tandis que la **figure 14** représente l'image IMD résultant de la décomposition de l'image IM, en dix sous-bandes selon trois niveaux de résolution, par le circuit 60. L'image IMD comporte  
15 autant d'information que l'image d'origine IM, mais l'information est fréquemment découpée selon trois niveaux de résolution.

Le niveau de plus basse résolution RES<sub>3</sub> comporte les sous-bandes LL<sub>3</sub>, HL<sub>3</sub>, LH<sub>3</sub> et HH<sub>3</sub>, c'est-à-dire les sous-bandes de basse fréquence selon les deux directions d'analyse. Le second niveau de résolution RES<sub>2</sub> comporte les  
20 sous-bandes HL<sub>2</sub>, LH<sub>2</sub> et HH<sub>2</sub> et le niveau de plus haute résolution RES<sub>1</sub> comporte les sous-bandes de plus haute fréquence HL<sub>1</sub>, LH<sub>1</sub> et HH<sub>1</sub>.

La sous-bande LL<sub>3</sub> de plus basse fréquence est une réduction de l'image d'origine. Les autres sous-bandes sont des sous-bandes de détail.

Bien entendu, le nombre de niveaux de résolution, et par conséquent  
25 de sous-bandes, peut être choisi différemment, par exemple 13 sous-bandes et quatre niveaux de résolution, pour un signal bi-dimensionnel tel qu'une image. Le nombre de sous-bandes par niveau de résolution peut également être différent. Les circuits d'analyse et de synthèse sont adaptés à la dimension du signal traité.

Conformément à la **figure 15**, le dispositif de décodage selon  
30 l'invention, comporte :

- des moyens de décodage des coefficients codés des régions d'au moins un niveau de résolution, en fonction du résultat de la décision de codage,

- des moyens de synthèse des coefficients décodés sur au moins un niveau de résolution.

Un circuit 70 de réception de données codées reçoit les données précédemment codées par le dispositif de codage.

5 Le circuit 70 est relié à un circuit 71 de décodage de masque et à un circuit 72 de décodage de coefficients.

Le circuit 72 est relié à un circuit 73 de synthèse des données décodées.

10 Il est à noter que le dispositif de décodage peut mettre en œuvre les deux modes de réalisation du procédé de décodage précédemment décrits.

Bien entendu, la présente invention n'est nullement limitée aux modes de réalisation décrits et représentés, mais englobe, bien au contraire, toute variante à la portée de l'homme du métier.

**REVENDEICATIONS**

- 5                    1. Procédé de codage d'un ensemble de données représentatives de grandeurs physiques, caractérisé en ce qu'il comporte les étapes de :
- décomposition (E1) de l'ensemble de données sur une pluralité de niveaux de résolution,
  - et, pour chaque niveau de résolution,
  - 10                   - segmentation (E2) des données du niveau de résolution considéré en au moins deux régions homogènes,
  - classement (E4) des régions selon un critère de priorité,
  - et, pour chaque région,
  - décision (E4) de codage de la région, en fonction de son
  - 15                   classement et d'un critère de codage prédéterminé.
2. Procédé de codage d'un ensemble de données représentatives de grandeurs physiques, caractérisé en ce qu'il comporte les étapes de :
- décomposition (E20) de l'ensemble de données sur une pluralité de
  - 20                   niveaux de résolution,
  - et, pour chaque niveau de résolution,
  - segmentation (E22) des données du niveau de résolution considéré en au moins deux régions homogènes,
  - classement (E23) des régions selon un critère de priorité,
  - 25                   - décision (E23) de codage de chaque région, en fonction de son classement et d'un critère de codage prédéterminé,
  - codage (E24) des régions en fonction du résultat de la décision,
  - décodage (E26) des régions codées,
  - synthèse (E27) des régions décodées sur un niveau de résolution,
  - 30                   les étapes de segmentation, classement, décision, codage décodage et synthèse étant réalisées sur les données du niveau de résolution la plus

faible pour la première itération puis sur le résultat de l'étape de synthèse de l'itération précédente, à partir de la seconde itération.

3. Procédé selon la revendication 1 ou 2, caractérisé en ce que le  
5 critère de codage consiste à sélectionner les K premières régions classées, où K est un entier prédéterminé.

4. Procédé selon la revendication 1 ou 2, caractérisé en ce que le  
critère de codage consiste à sélectionner les K premières régions classées, où  
10 K est un entier déterminé en fonction d'un débit de transmission des données codées.

5. Procédé selon l'une quelconque des revendications 1 à 4,  
caractérisé en ce que le classement (E4) des régions est effectué en décrivant  
15 une spirale à partir du centre de la zone comportant les régions à classer.

6. Procédé selon l'une quelconque des revendications 1 à 5,  
caractérisé en ce que le classement (E4) des régions comporte l'élimination  
d'au moins une région.

20

7. Procédé selon l'une quelconque des revendications 1 à 6,  
caractérisé en ce que la décision (E4, E23) de codage d'une région consiste à  
décider si la région est à coder ou non.

25 8. Procédé selon l'une quelconque des revendications 1 à 7,  
caractérisé en ce que le résultat de la décision de codage d'un niveau de  
résolution est un masque binaire ( $MS_{N-i}$ ) représentatif du résultat de la décision  
de codage des régions du niveau considéré.

30 9. Procédé selon la revendication 8, caractérisé en ce que le masque  
binaire d'au moins le niveau de résolution la plus faible est codé (E5).

10. Procédé selon l'une quelconque des revendications 1 à 9, caractérisé en ce que la décomposition (E1) de l'ensemble de données est une décomposition en ondelettes discrètes.

5 11. Procédé de décodage d'un ensemble de données codées selon le procédé selon l'une quelconque des revendications 1 à 10, caractérisé en ce qu'il comporte les étapes de :

- décodage (E101) d'un masque binaire représentatif du résultat de la décision de codage des régions d'au moins un niveau de résolution, 10 déterminé lors du codage,
- décodage (E102) des coefficients codés des régions d'au moins un niveau de résolution, en fonction du résultat de la décision de codage,
- synthèse (E104) des coefficients décodés sur au moins un niveau de résolution.

15 12. Procédé de décodage d'un ensemble de données codées selon le procédé selon l'une quelconque des revendications 2 à 10, caractérisé en ce qu'il comporte les étapes de :

- décodage (E200) d'un masque binaire représentatif du résultat de 20 la décision de codage des régions du niveau de résolution la plus faible, déterminé lors du codage,
  - décodage (E201) des coefficients codés des régions du niveau de résolution la plus faible,
  - synthèse (E204) des données décodées sur un niveau de 25 résolution,
  - segmentation (E205) des données synthétisées en au moins deux régions homogènes,
  - classement (E206) des régions selon un critère de priorité,
  - décision (E206) de décodage de chaque région, en fonction de son 30 classement et du critère de codage prédéterminé,
- les étapes de synthèse, segmentation, classement et décision étant réitérées sur au moins un niveau de résolution.



13. Dispositif de codage d'un ensemble de données représentatives de grandeurs physiques, caractérisé en ce qu'il comporte :

- des moyens (60) de décomposition de l'ensemble de données sur  
5 une pluralité de niveaux de résolution,
- des moyens (61) de segmentation des données de chaque niveau de résolution en au moins deux régions homogènes,
- des moyens (62) de classement des régions de chaque niveau de résolution selon un critère de priorité,
- 10 - des moyens (62) de décision de codage de chaque région, en fonction de son classement et d'un critère de codage prédéterminé.

14. Dispositif de codage d'un ensemble de données représentatives de grandeurs physiques, caractérisé en ce qu'il comporte :

- 15 - des moyens (60) de décomposition de l'ensemble de données sur une pluralité de niveaux de résolution,
- des moyens (61) de segmentation des données de chaque niveau de résolution en au moins deux régions homogènes,
- des moyens (62) de classement des régions de chaque niveau de  
20 résolution selon un critère de priorité,
- des moyens (62) de décision de codage de chaque région, en fonction de son classement et d'un critère de codage prédéterminé,
- des moyens (64) de codage des régions en fonction du résultat de la décision,
- 25 - des moyens (64) de décodage des régions codées,
- des moyens (64) de synthèse des régions décodées sur un niveau de résolution,
- les moyens de segmentation, classement, décision, codage décodage et synthèse étant adaptés à traiter les données du niveau de  
30 résolution la plus faible puis le résultat de la synthèse précédente, de manière itérative.

15. Dispositif selon la revendication 13 ou 14, caractérisé en ce qu'il est adapté à mettre en œuvre un critère de codage qui consiste à sélectionner les K premières régions classées, où K est un entier prédéterminé.

5                    16. Dispositif selon la revendication 13 ou 14, caractérisé en ce qu'il est adapté à mettre en œuvre un critère de codage qui consiste à sélectionner les K premières régions classées, où K est un entier déterminé en fonction d'un débit de transmission des données codées.

10                   17. Dispositif selon l'une quelconque des revendications 13 à 16, caractérisé en ce qu'il est adapté à effectuer le classement des régions en décrivant une spirale à partir du centre de la zone comportant les régions à classer.

15                   18. Dispositif selon l'une quelconque des revendications 13 à 17, caractérisé en ce qu'il est adapté à éliminer au moins une région au cours du classement des régions.

20                   19. Dispositif selon l'une quelconque des revendications 13 à 18, caractérisé en ce que les moyens de décision de codage d'une région sont adaptés à décider si la région est à coder ou non.

25                   20. Dispositif selon l'une quelconque des revendications 13 à 19, caractérisé en ce que les moyens de décision sont adaptés à former un masque binaire par niveau de résolution, représentatif du résultat de la décision de codage des régions du niveau considéré.

30                   21. Dispositif selon la revendication 20, caractérisé en ce qu'il est adapté à coder le masque binaire d'au moins le niveau de résolution la plus faible.

22. Dispositif selon l'une quelconque des revendications 13 à 21, caractérisé en ce que les moyens (60) de décomposition de l'ensemble de données sont adaptés à mettre en œuvre une décomposition en ondelettes discrètes.

5

23. Dispositif de décodage d'un ensemble de données codées par le dispositif selon l'une quelconque des revendications 13 à 22, caractérisé en ce qu'il comporte :

- des moyens (71) de décodage d'un masque binaire représentatif du  
10 résultat de la décision de codage des régions d'au moins un niveau de résolution, déterminé lors du codage,

- des moyens (72) de décodage des coefficients codés des régions d'au moins un niveau de résolution, en fonction du résultat de la décision de codage,

15 - des moyens (73) de synthèse des coefficients décodés sur au moins un niveau de résolution.

24. Dispositif de décodage d'un ensemble de données codées par le dispositif selon l'une quelconque des revendications 14 à 22, caractérisé en ce  
20 qu'il comporte :

- des moyens de décodage d'un masque binaire représentatif du résultat de la décision de codage des régions du niveau de résolution la plus faible, déterminé lors du codage,

25 - des moyens de décodage des coefficients codés des régions du niveau de résolution la plus faible,

- des moyens de synthèse des données décodées sur un niveau de résolution,

- des moyens de segmentation des données synthétisées en au moins deux régions homogènes,

30 - des moyens de classement des régions selon un critère de priorité,

- des moyens de décision de décodage de chaque région, en fonction de son classement et du critère de codage prédéterminé,

les moyens de synthèse, segmentation, classement et décision étant adaptés à réitérer leur fonctionnement sur au moins un niveau de résolution.

25. Dispositif de codage (10) selon l'une quelconque des  
5 revendications 13 à 21, caractérisé en ce que les moyens de décomposition, segmentation, classement et décision sont incorporés dans :

- un microprocesseur (100),
- une mémoire morte (102) comportant un programme pour traiter les  
10 données, et
- une mémoire vive (103) comportant des registres adaptés à enregistrer des variables modifiées au cours de l'exécution dudit programme.

26. Dispositif de décodage (10) selon la revendication 23 ou 24,  
caractérisé en ce que les moyens de décodage et synthèse sont incorporés  
15 dans :

- un microprocesseur (100),
- une mémoire morte (102) comportant un programme pour traiter les  
données, et
- une mémoire vive (103) comportant des registres adaptés à  
20 enregistrer des variables modifiées au cours de l'exécution dudit programme.

27. Appareil de traitement de signal numérique, caractérisé en ce  
qu'il comporte des moyens adaptés à mettre en œuvre le procédé selon l'une  
quelconque des revendications 1 à 12.

25

28. Appareil de traitement de signal numérique, caractérisé en ce  
qu'il comporte le dispositif selon l'une quelconque des revendications 13 à 26.

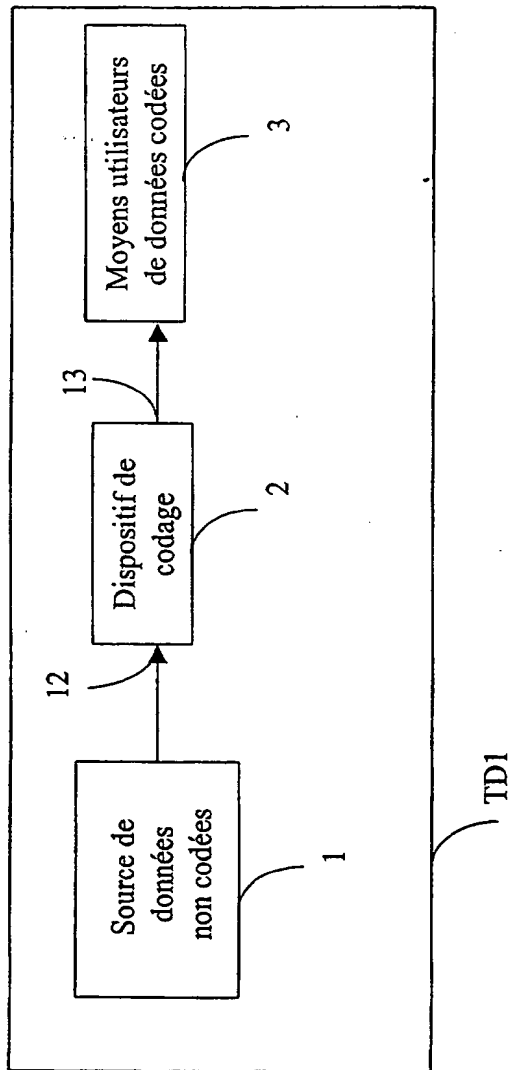
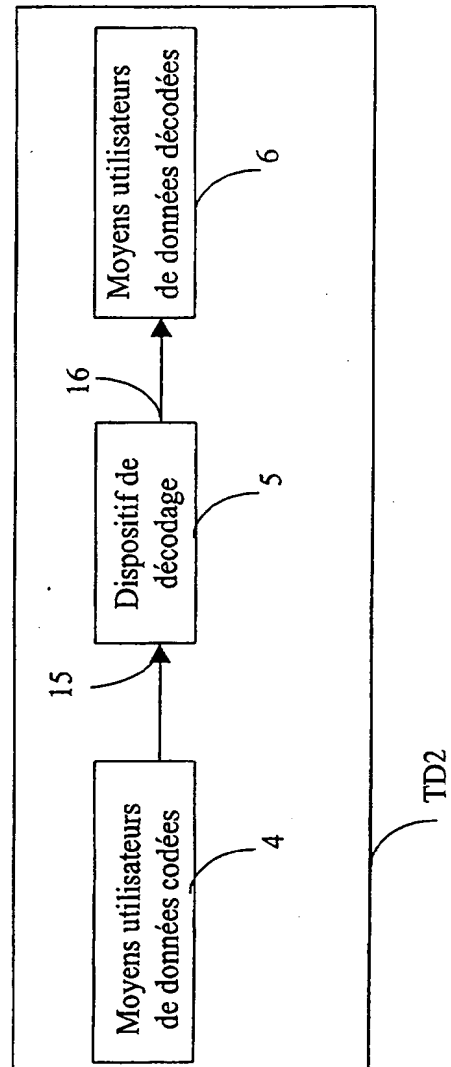
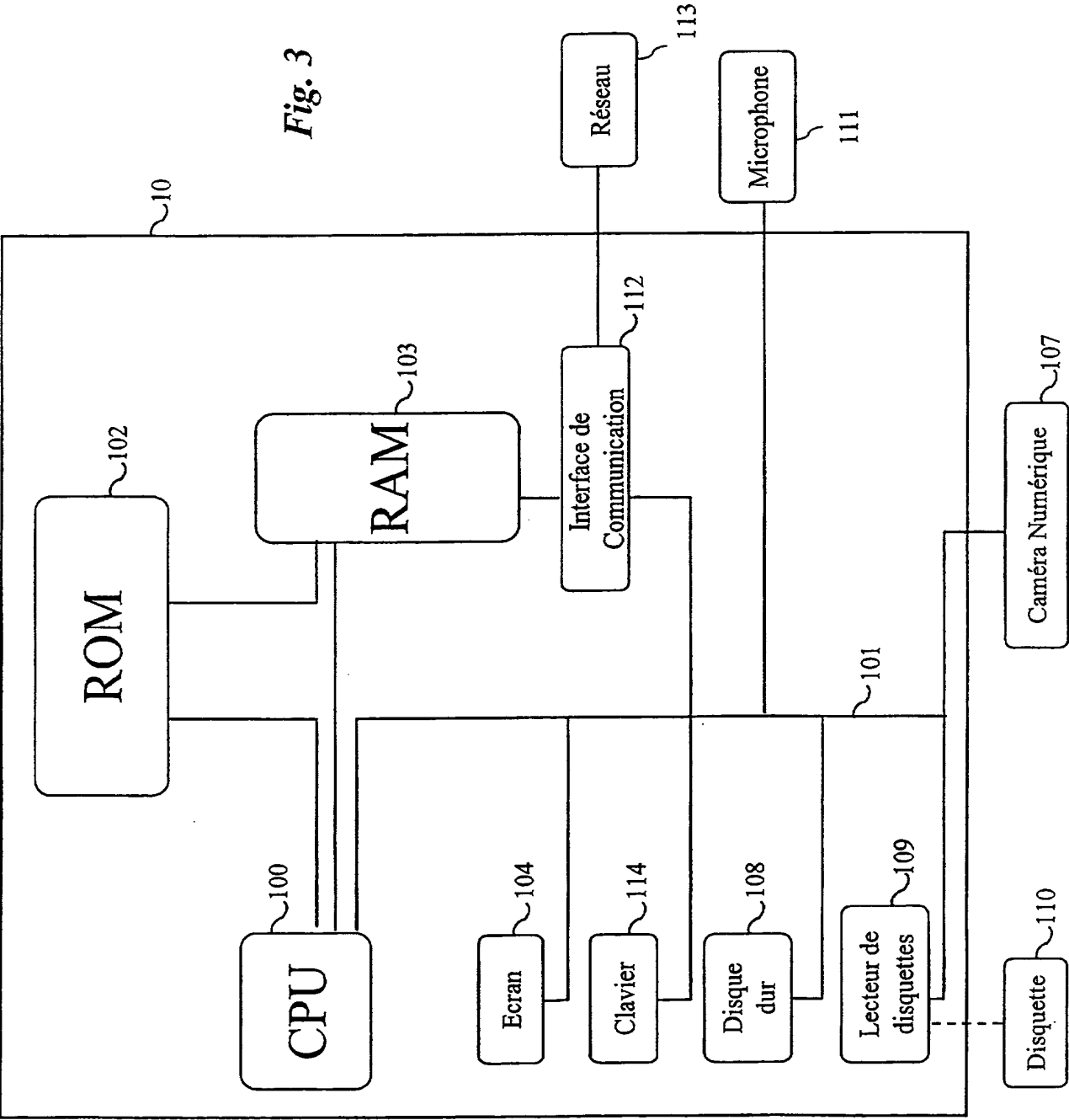
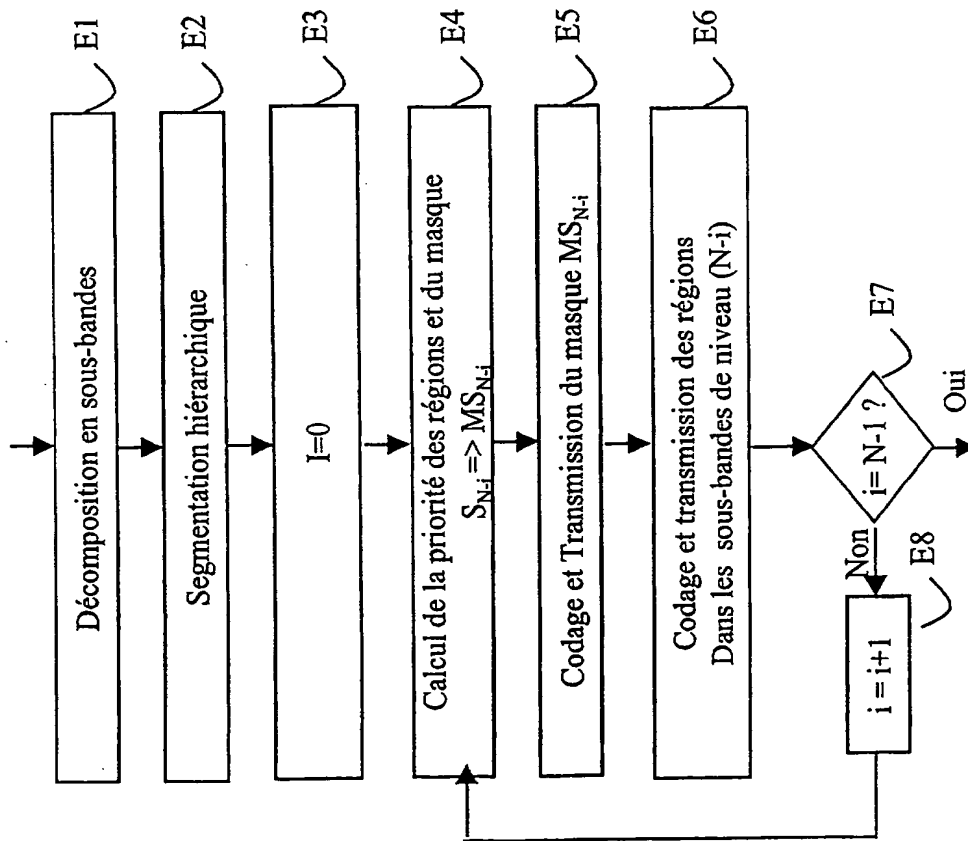
*Fig.1**Fig.2*

Fig. 3



*Fig. 4*

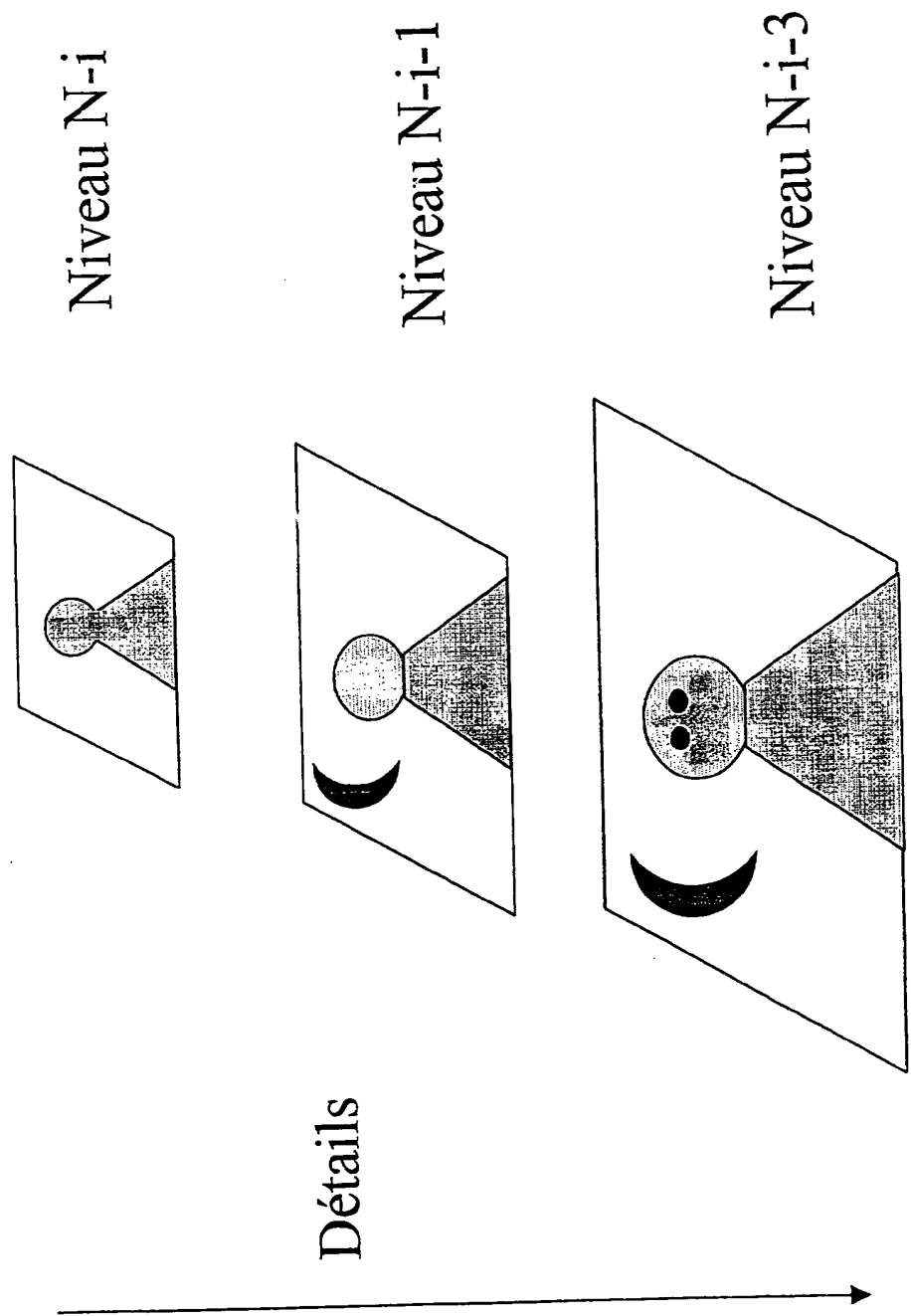


Fig. 5



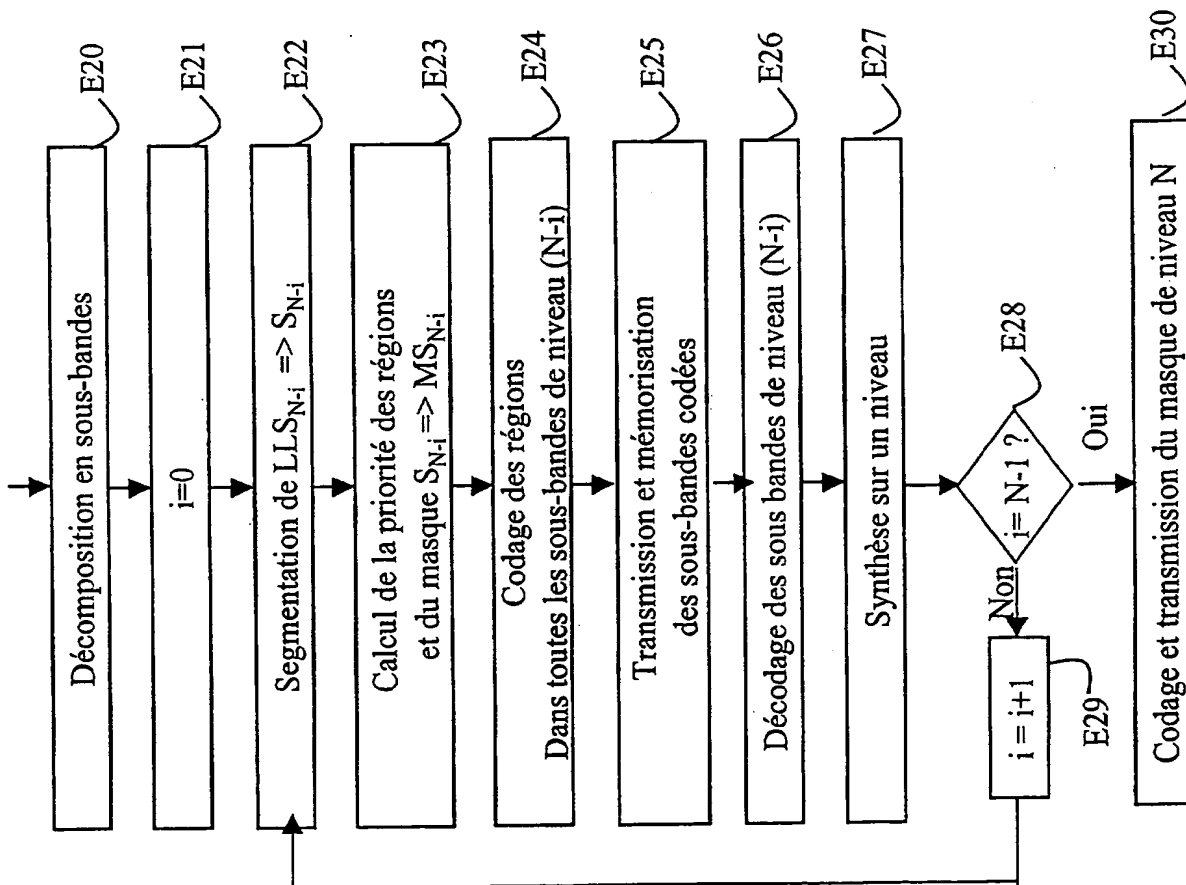


Fig. 6

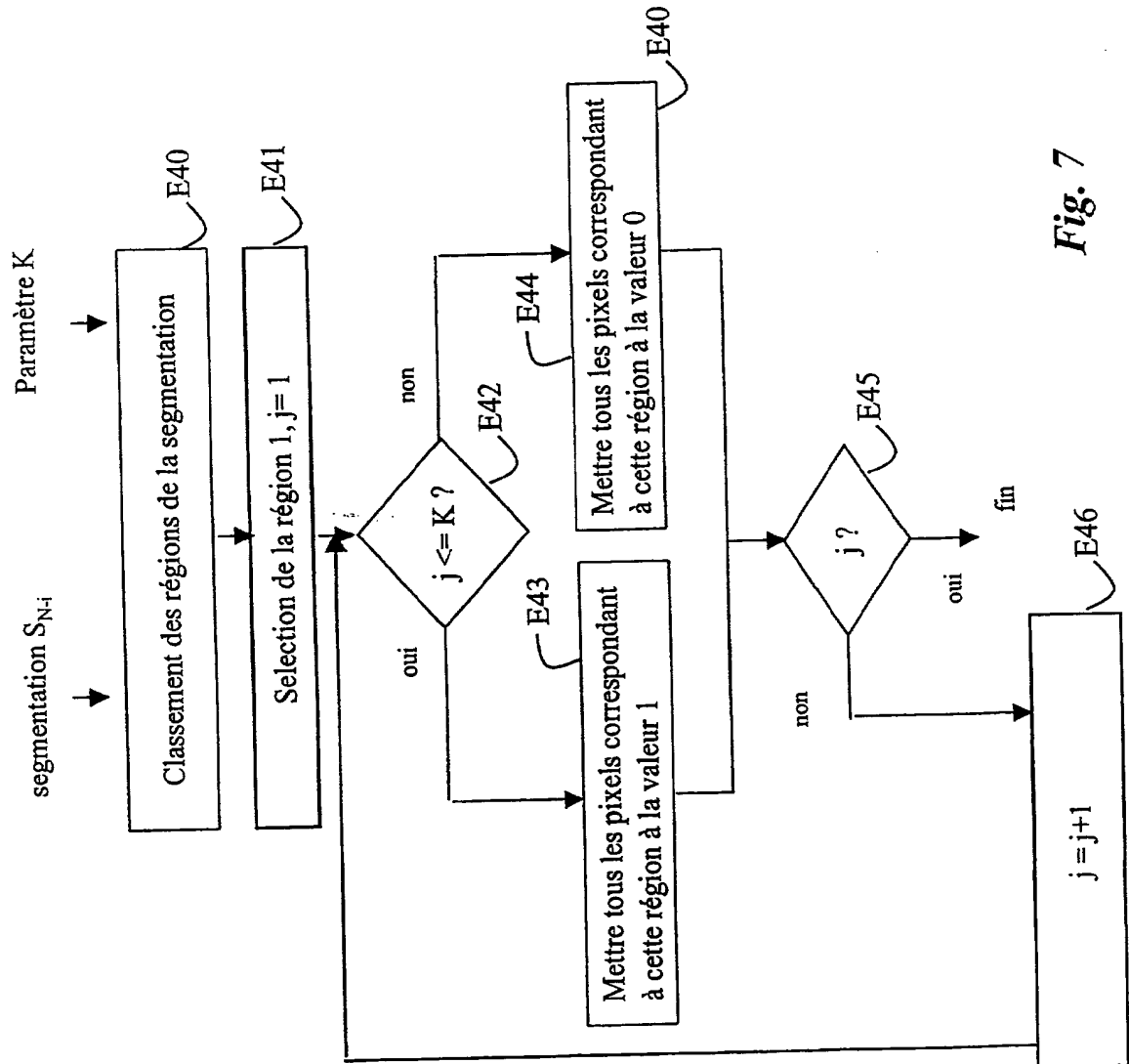
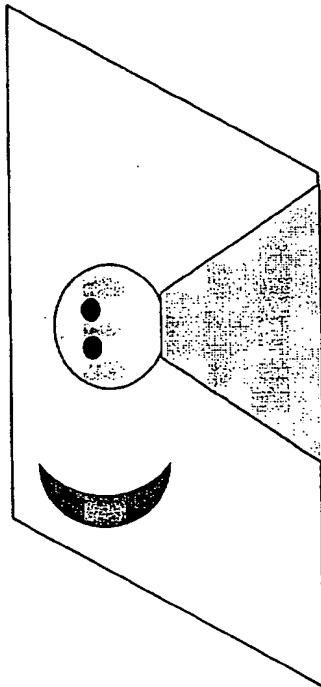
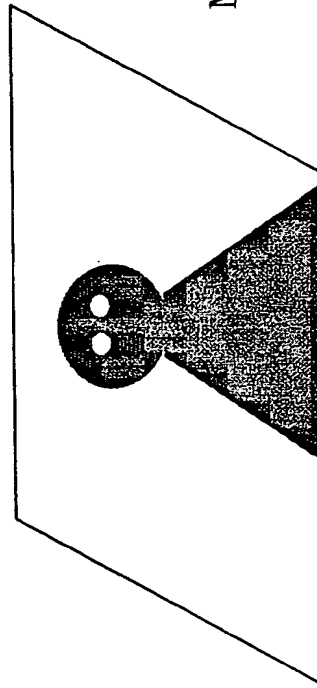
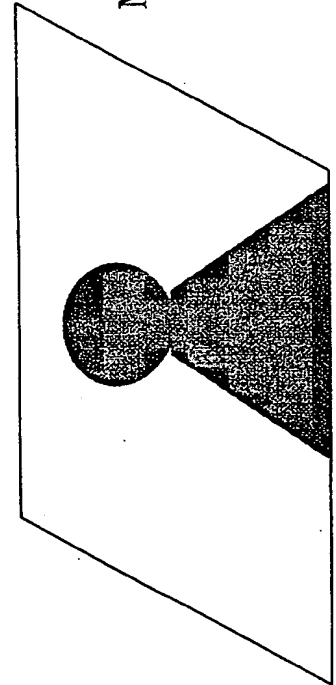


Fig. 7

7/13



Segmentation

*Fig. 8a*Masque de Segmentation,  
 $K=2$ *Fig. 8b*Masque de Segmentation,  
 $K=4$ *Fig. 8c*

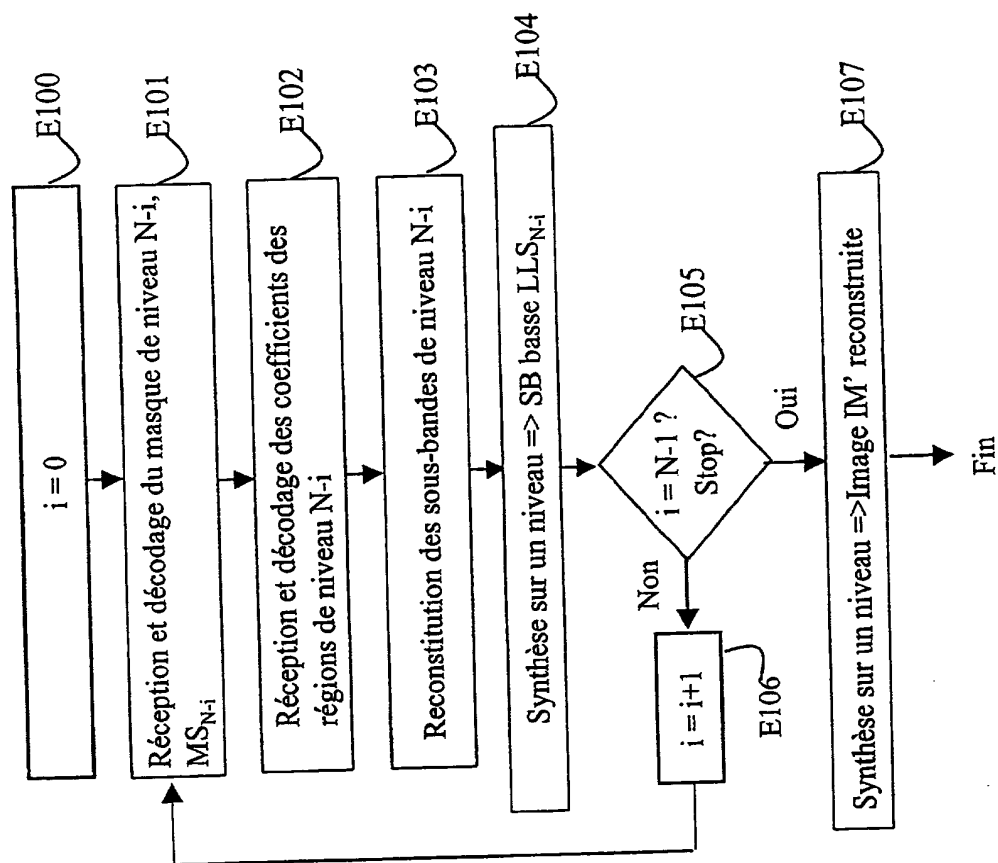


Fig. 9

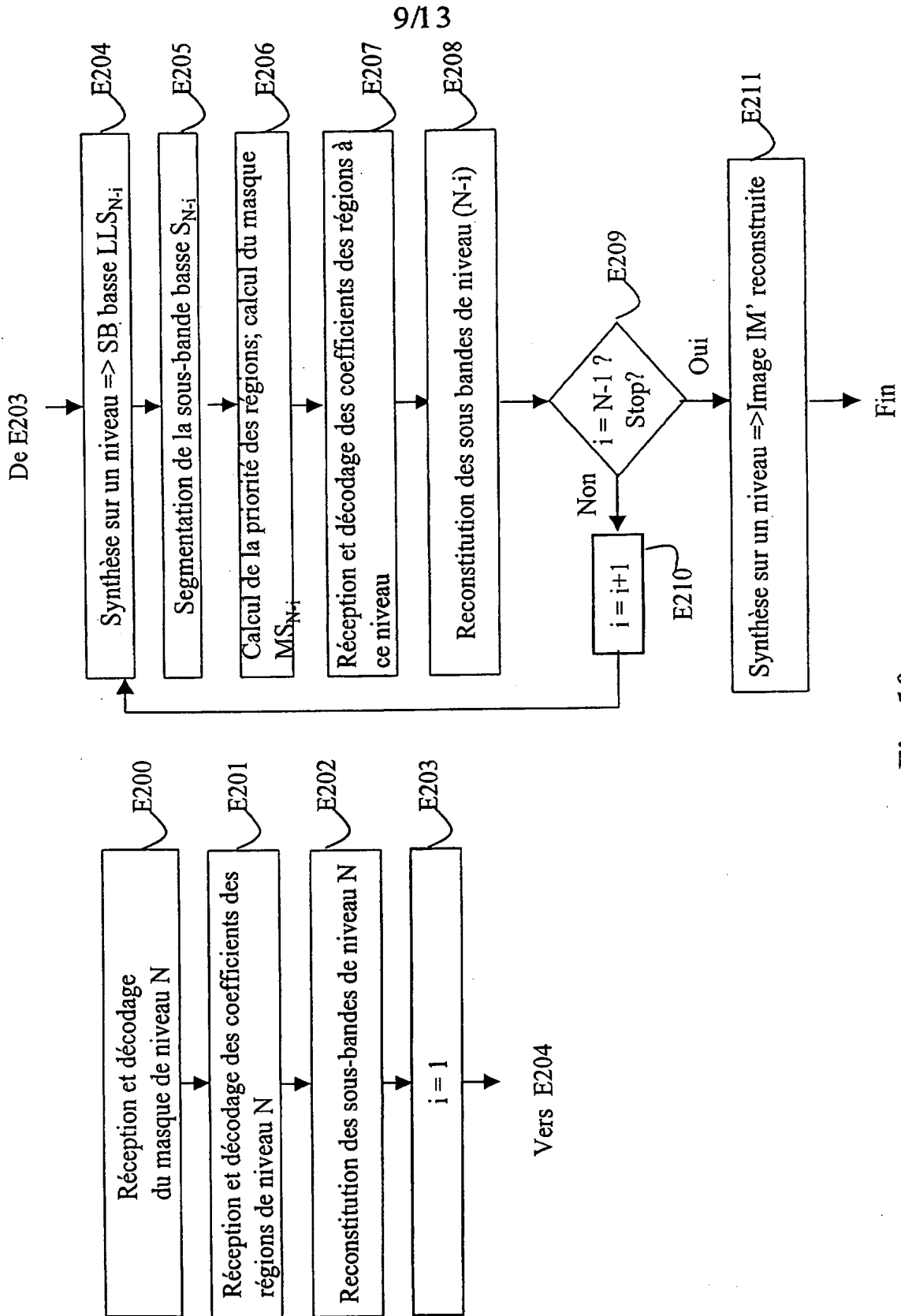
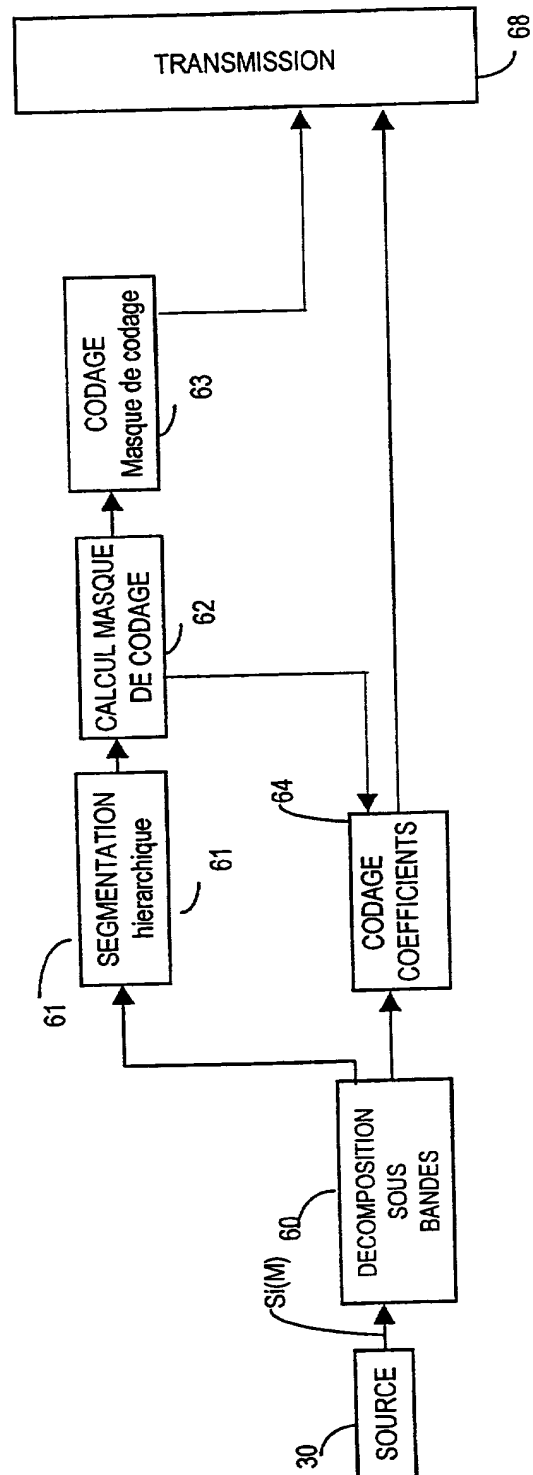


Fig. 10

*Fig. 11*

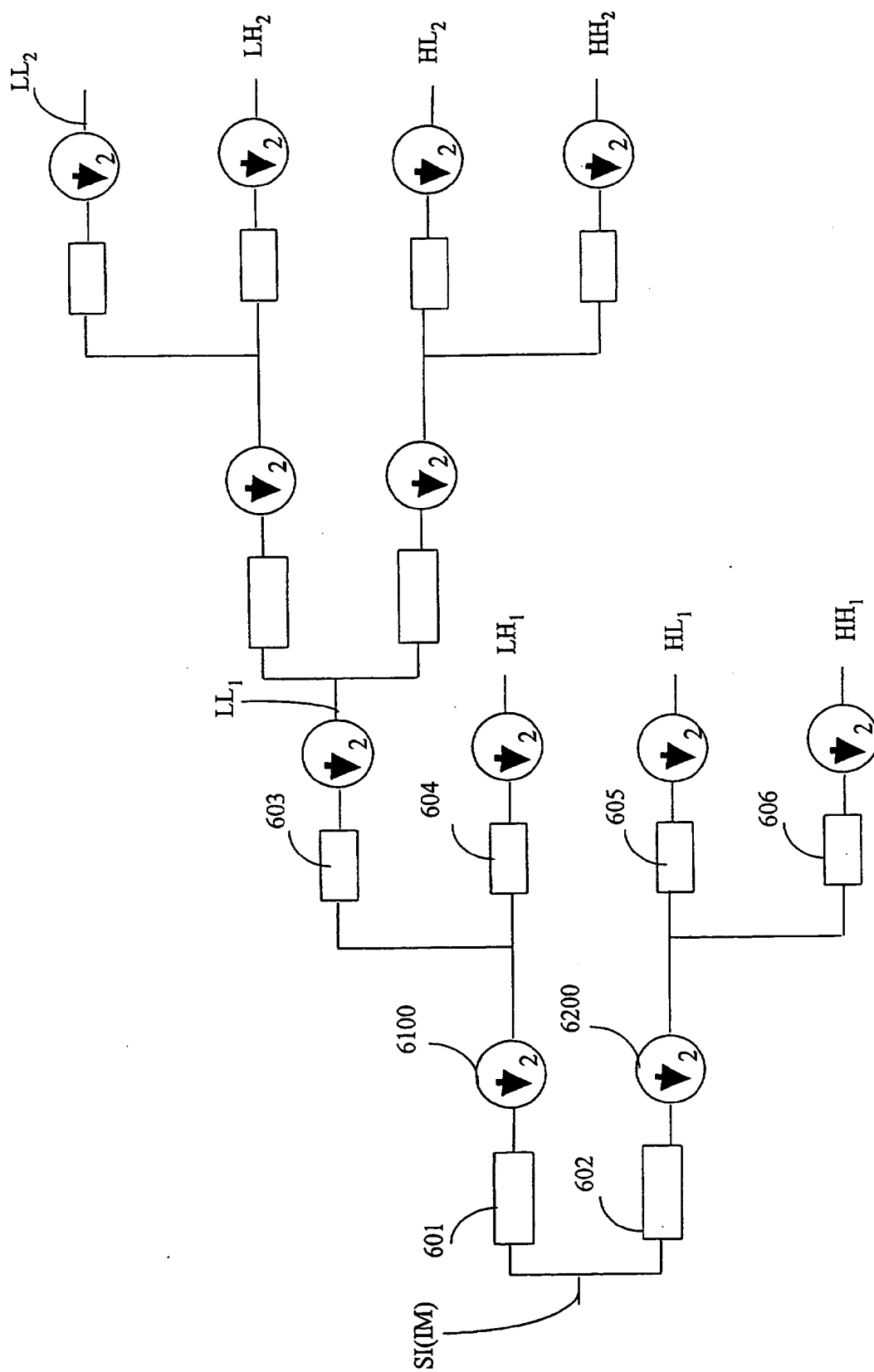


Fig. 12

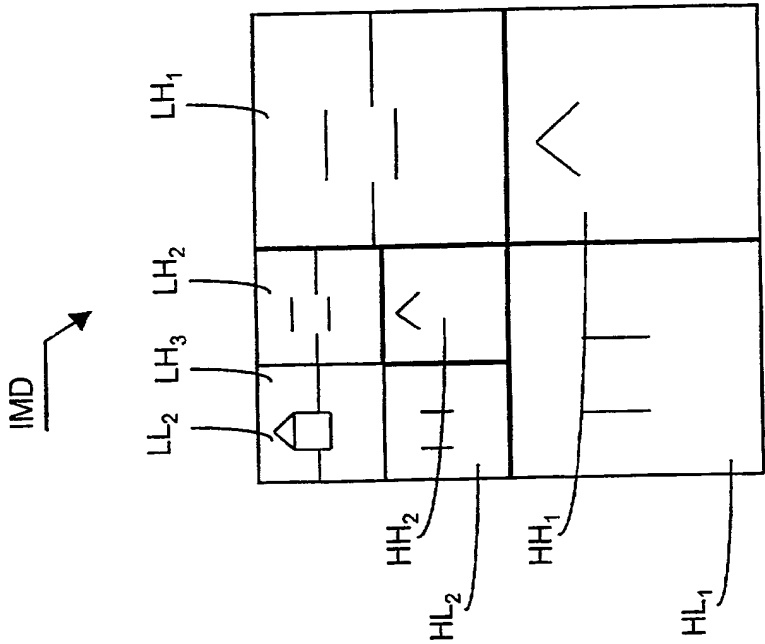


Fig. 13

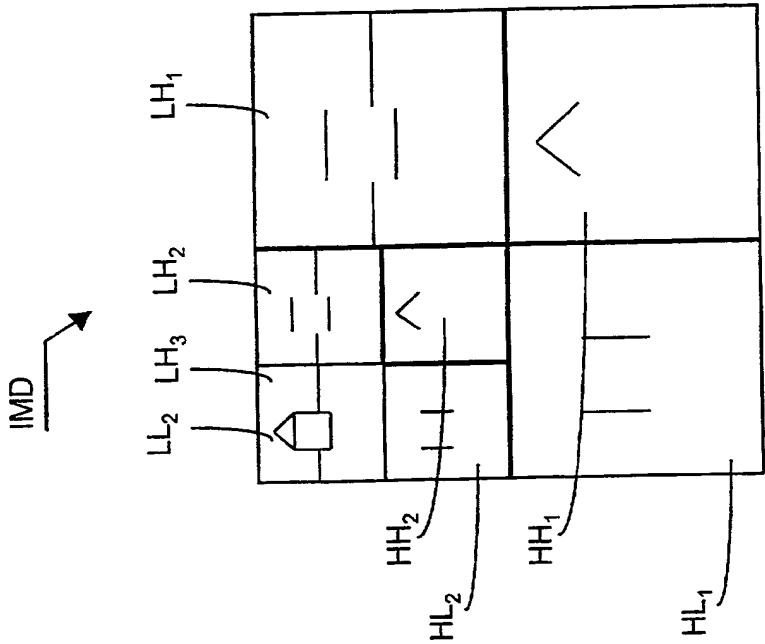
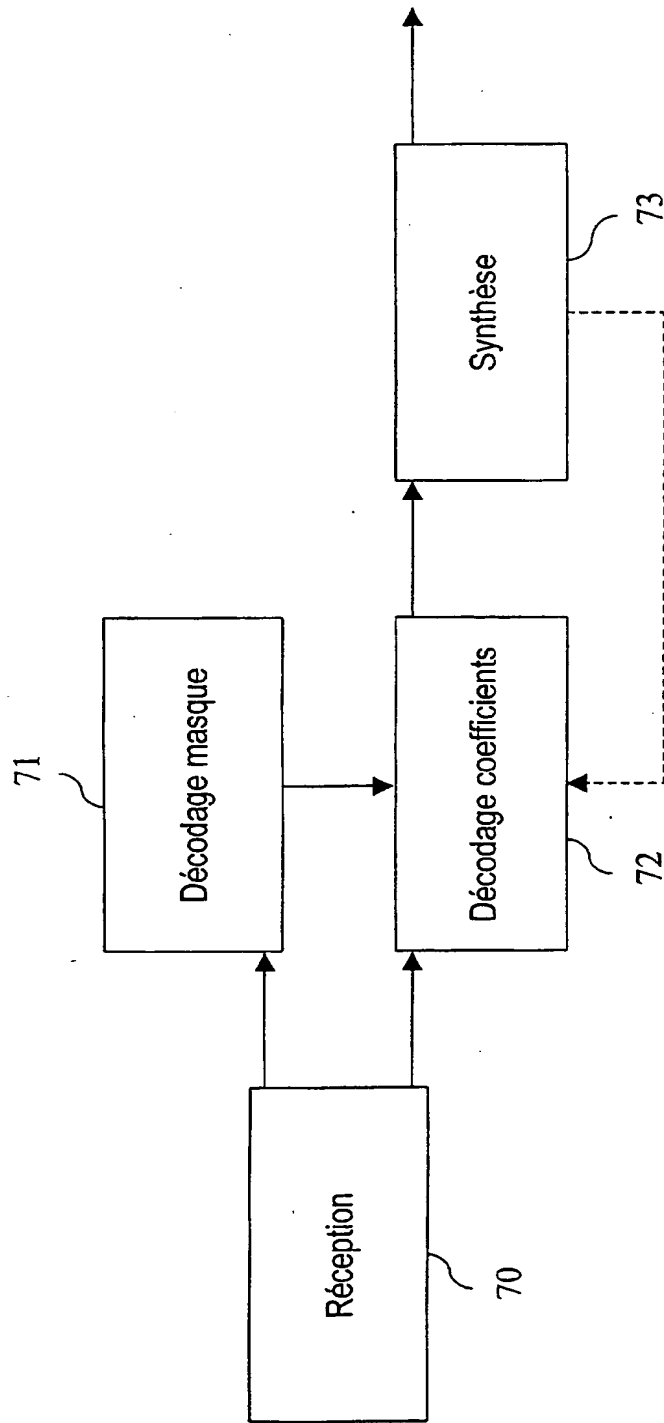


Fig. 14



*Fig. 15*



2822331

N° d'enregistrement  
national

# RAPPORT DE RECHERCHE PRÉLIMINAIRE

établi sur la base des dernières revendications  
déposées avant le commencement de la recherche

FA 599746  
FR 0103692

DOCUMENTS CONSIDÉRÉS COMME PERTINENTS		Revendication(s) concernée(s)	Classement attribué à l'invention par l'INPI
Catégorie	Citation du document avec indication, en cas de besoin, des parties pertinentes		
X	EP 1 079 625 A (CANON RES CT FRANCE S A) 28 février 2001 (2001-02-28) * abrégé * * alinéa '0014! - alinéa '0016! * * alinéa '0046! - alinéa '0085!; figures 2-3A *	1-28	H04N7/50 H03M7/30
A	AMONOU I ET AL: "NON REDUNDANT REPRESENTATION OF IMAGES ALLOWING OBJECT BASED AND MULTIREOLUTION SCALABLE CODING" PROCEEDINGS OF THE SPIE, SPIE, BELLINGHAM, VA, US, vol. 4067, 2000, pages 598-608, XP001009489 * abrégé * * page 599, alinéa 2 - page 605, alinéa 3 *	1-28	
A	WO 00 04721 A (QU LI ; SIMON BRENT (CA); WANG MENG (CA); YANG XUE DONG (CA); DIGIT) 27 janvier 2000 (2000-01-27) * abrégé * * page 9, alinéa 4 - page 12, alinéa 4; revendications *	1-28	DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHÉS (Int.CL.7) H04N
A	AMONOU I ET AL: "Iterative backward segmentation for hierarchical wavelet image coding" PROCEEDINGS 2000 INTERNATIONAL CONFERENCE ON IMAGE PROCESSING. ICIP 2000. VANCOUVER, CANADA, SEPT. 10 - 13, 2000, INTERNATIONAL CONFERENCE ON IMAGE PROCESSING, NEW YORK, NY: IEEE, US, vol. 1 OF 3. CONF. 7, 10 septembre 2000 (2000-09-10), pages 641-644, XP002177703 ISBN: 0-7803-6298-5 * le document en entier *	1-28	
2	Date d'achèvement de la recherche 11 décembre 2001		Examineur Foglia, P
CATÉGORIE DES DOCUMENTS CITÉS		T : théorie ou principe à la base de l'invention E : document de brevet bénéficiant d'une date antérieure à la date de dépôt et qui n'a été publié qu'à cette date de dépôt ou qu'à une date postérieure. D : cité dans la demande L : cité pour d'autres raisons & : membre de la même famille, document correspondant	
X : particulièrement pertinent à lui seul Y : particulièrement pertinent en combinaison avec un autre document de la même catégorie A : arrière-plan technologique O : divulgation non-écrite P : document intercalaire			

EPO FORM 1503 12.99 (P04C14)

N° d'enregistrement  
national

établi sur la base des dernières revendications  
déposées avant le commencement de la recherche

FA 599746  
FR 0103692

INDUSTRIELLE

DOCUMENTS CONSIDÉRÉS COMME PERTINENTS		Revendication(s) concernée(s)	Classement attribué à l'invention par l'INPI
Catégorie	Citation du document avec indication, en cas de besoin, des parties pertinentes		
A	WO 98 19273 A (BONE DONALD JAMES ;UNIV AUSTRALIAN (AU); COMMW SCIENT IND RES ORG) 7 mai 1998 (1998-05-07) * abrégé * * le document en entier *	1-28	
A	WO 97 16030 A (PHILIPS ELECTRONICS NV ;PHILIPS NORDEN AB (SE)) 1 mai 1997 (1997-05-01)		
			DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHÉS (Int.CL.7)

2

EPO FORM 1503 12.99 (P04C14)

Date d'achèvement de la recherche

11 décembre 2001

Examineur

Foglia, P

CATÉGORIE DES DOCUMENTS CITÉS

X : particulièrement pertinent à lui seul  
Y : particulièrement pertinent en combinaison avec un autre document de la même catégorie  
A : arrière-plan technologique  
O : divulgation non-écrite  
P : document intercalaire

T : théorie ou principe à la base de l'invention  
E : document de brevet bénéficiant d'une date antérieure à la date de dépôt et qui n'a été publié qu'à cette date de dépôt ou qu'à une date postérieure.  
D : cité dans la demande  
L : cité pour d'autres raisons

& : membre de la même famille, document correspondant

2822331

**ANNEXE AU RAPPORT DE RECHERCHE PRÉLIMINAIRE  
RELATIF A LA DEMANDE DE BREVET FRANÇAIS NO. FR 0103692 FA 599746**

La présente annexe indique les membres de la famille de brevets relatifs aux documents brevets cités dans le rapport de recherche préliminaire visé ci-dessus.  
Les dits membres sont contenus au fichier informatique de l'Office européen des brevets à la date du 1-12-2001  
Les renseignements fournis sont donnés à titre indicatif et n'engagent pas la responsabilité de l'Office européen des brevets, ni de l'Administration française

Document brevet cité au rapport de recherche		Date de publication		Membre(s) de la famille de brevet(s)	Date de publication
EP 1079625	A	28-02-2001	FR	2795274 A1	22-12-2000
			EP	1079625 A2	28-02-2001
WO 0004721	A	27-01-2000	AU	4597699 A	07-02-2000
			WO	0004721 A1	27-01-2000
			CN	1316161 T	03-10-2001
			EP	1095519 A1	02-05-2001
WO 9819273	A	07-05-1998	AU	721187 B2	22-06-2000
			AU	4693897 A	22-05-1998
			WO	9819273 A1	07-05-1998
WO 9716030	A	01-05-1997	CN	1174646 A	25-02-1998
			DE	69609702 D1	14-09-2000
			DE	69609702 T2	12-04-2001
			EP	0799550 A1	08-10-1997
			ES	2153597 T3	01-03-2001
			WO	9716030 A1	01-05-1997
			JP	10512734 T	02-12-1998
			US	5995668 A	30-11-1999

EPO FORM P0465

Pour tout renseignement concernant cette annexe : voir Journal Officiel de l'Office européen des brevets, No.12/82